LE
MERAVIGLIE DELLA VITA

ERNESTO HAECKEL
Professore all' Università di Jena

LE
MERAVIGLIE DELLA VITA

COMPLEMENTO
AI
PROBLEMI DELL' UNIVERSO

PRIMA TRADUZIONE ITALIANA AUTORIZZATA DALL' AUTORE
DEL

Dott. DANIELE ROSA
Professore nel R. Istituto di Studi superiori di Firenze

TORINO
UNIONE TIPOGRAFICO-EDITRICE
Corso Raffaello, n. 28
MILANO – ROMA – NAPOLI
1906

INDICE

INDICE DELLE TABELLE

PREFAZIONE

Il presente lavoro deve la sua origine al successo del libro che io pubblicai or son cinque anni sui *Problemi dell'universo.* Di questi " Studii sulla filosofia monistica „ che apparvero nell'autunno del 1899 si vendettero in pochi mesi diecimila esemplari. Quando poi il loro editore Emilio Strauss di Bonn, morto nel frattempo, in seguito a richieste venute da molte parti, ne allestì un'edizione popolare a poco prezzo, furono venduti di questa nello spazio di un anno oltre a centomila esemplari. Questo successo straordinario ed anche per me inaspettato di un'opera filosofica, che non era di amena lettura e nemmeno si distingueva per speciali pregi di esposizione, dà ad ogni modo prova del vivo interesse che destava in ampie cerchie di persone colte l'argomento trattato, cioè la fondazione di un ragionevole concetto cosmico poggiante sulla *conoscenza della verità.*

L'aperta contraddizione in cui la mia filosofia monistica, unicamente fondata sugli enormi progressi della vera conoscenza della natura, veniva necessariamente a trovarsi coll'antica " rivelazione „ si ripercosse rumorosamente in innumerevoli critiche e contraddizioni. Fin dal primo anno dall'apparizione dei " Problemi dell'universo „ vennero pubblicate sopra di questi più di cento diverse critiche ed una dozzina di opuscoli pieni dei più disparati giudizi e dei più strani ordini di idee.

Di queste pubblicazioni, uno dei miei più assennati allievi, Enrico Schmidt (Jena) fece nell'ottobre del 1900 una rivista critica e comparativa nel suo opuscolo *Der Kampf um die Welträthsel* (La

lotta circa i " Problemi dell'universo „, Bonn, Emilio Strauss edit.). Questa lotta letteraria crebbe poi a perdita di vista quando negli ultimi dieci anni apparvero dodici diverse traduzioni dei " Problemi „ provocando in tutti i paesi civili del vecchio e del nuovo mondo un sempre più vivo fermento intellettuale.

Diedi nell'aprile 1903 una breve replica ad alcuni fra i più acerbi attacchi nell'appendice alla edizione popolare dei " Problemi „. Sarebbe oramai inutile che io mi impegnassi di nuovo e più a fondo in questa lotta combattendo parecchi scritti maggiori che sono apparsi nel frattempo. Si tratta di quei profondi ed inconciliabili contrasti fra scienza e fede, fra vera conoscenza della natura e pretesa " rivelazione „ che agitano da millennii lo spirito che pensa e scruta. Io fondo tutto il mio concetto monistico dell'universo unicamente sulle convinzioni che mi sono fatte con un mezzo secolo di zelante ed instancabile studio della *Natura* e delle sue leggi. I miei avversari dualistici dànno a queste esperienze un limitato valore e pretendono subordinarle alle creazioni fantastiche che essi si sono foggiate colla credenza ad un mondo sopranaturale di spiriti. Chi consideri le cose onestamente e senza preconcetti non trova alcuna via di mezzo fra questi due opposti: O conoscenza della natura ed esperienza — o fede e rivelazione.

Per queste ragioni io mi astengo dall'occuparmi più oltre dei numerosi scritti contro i " Problemi „: tanto meno posso pensare a confutare gli attacchi personali che in questa lotta molti avversari hanno creduto bene di rivolgermi. Nel corso di essi ho imparato a conoscere tutti i tristi mezzi con cui certi fanatici eroi della fede cercano di abbattere l'odiato libero-pensatore: spostamenti e fallacie, travisamenti e sofismi, anatemi e calunnie. I filosofi " critici „ della moderna " scuola Kantiana „ gareggiano in ciò di zelo coi teologi ortodossi del " corso modernissimo „. Quanto già dissi a questo riguardo nell'appendice ai " Problemi „ sul teologo Loops di Halle, sul filologo Dennert da Godesberg e sul metafisico Paulsen di Berlino, si applica pure a moltissimi altri avversari dello stesso conio. Seguitino pure questi zelanti fanatici a vituperare e diffamare la mia persona; il buon diritto della *verità*, per la quale io combatto, non ne patirà danno alcuno.

Molto più interessanti che la maggior parte di quegli scritti avversari furono per me le numerose lettere che ricevetti nel corso degli ultimi cinque anni, soprattutto dopo la comparsa dell'edizione popolare, da ripensanti lettori dei " Problemi ". Dapprima io rispondevo coscienziosamente al più di quelle lettere; più tardi però dovetti accontentarmi di mandare in risposta un formolario stampato colla verace dichiarazione che il mio tempo e le mie forze non mi permettevano più di rispondere convenientemente. Sebbene questa strana " corrispondenza sui Problemi " fosse giunta in ultimo a costarmi troppo tempo e fatica, pure me ne rallegravo, poichè essa mi mostrava qual vivace interesse suscitassero in ampie cerchie di persone colte gli alti scopi della nostra filosofia naturale monistica; in pari tempo essa era per me molto interessante ed istruttiva perchè mi dava modo di penetrare addentro nelle aspirazioni psichiche di persone di diversissima coltura.

Era per me molto notevole il fatto che in molte di queste cinquemila lettere ritornavano sempre, e in parte colle stesse parole, le stesse domande e considerazioni. La maggior parte delle domande riguardavano questioni biologiche che io tanto nei " Problemi " come nella *Storia della Creazione naturale* non avevo trattato che di sfuggita o affatto insufficientemente. Fu il naturale desiderio di colmare queste lacune dei miei scritti anteriori e di dare una risposta comune a quelle domande, quello che mi diede la prima spinta a comporre questo libro sopra *le meraviglie della vita.*

Mi confermò in questa decisione la circostanza che frattanto un altro naturalista, il botanico Giovanni Reinke di Kiel, aveva pubblicati due libri in cui egli aveva trattato i grandi problemi generali della moderna filosofia naturale, specialmente della biologia, da un punto di vista schiettamente dualistico e teleologico (*Die Welt als That*, 1899, e *Einleitung in die theoretische Biologie*, 1902). Poichè entrambi questi libri sono scritti bene e propugnano con lodevole coerenza (nei limiti del possibile) il principio dualistico e teleologico, mi parve molto desiderabile dare più ampii argomenti in favore del mio opposto concetto monistico e causale.

Il presente libro sopra " le meraviglie della vita " forma dunque, come dice il suo titolo, un " volume di complemento al libro sui

Problemi „; mentre quest'ultimo tentava di chiarire nel loro insieme per mezzo della filosofia monistica i problemi cosmologici, le questioni fondamentali di tutta la scienza naturale, questo supplemento si limita invece al campo della storia naturale organica, delle “ scienze della vita „. I próblemi *biologici* generali sono qui esposti in modo comprensivo ed unitario, tenendo fermi quei principii monistici e meccanici cui avevo dato larga base nella mia “ Morfologia generale „ (1866). Così si dà il massimo peso alla validità generale della “ legge della sostanza „ ed all'essenziale “ unità dalla natura „, le quali cose già nel 12° e 14° capitolo sui “ Problemi della vita „ io avevo insistentemente sostenute.

L'ordinamento e l'esposizione della vasta materia delle “ Meraviglie della vita „ sono modellati su quelli dei “ Problemi „. Si mantenne la sperimentata divisione in sezioni maggiori e minori ed il sistema di segnalare i concetti più importanti per mezzo di carattere speciale e di compendiosi accenni al contenuto. Così la vasta materia biologica si divide anche qui in quattro parti e venti capitoli. Ad ogni càpitolo si è premesso un breve indice del contenuto e qualche dato sulla relativa bibliografia. Questi dati non hanno la minima pretesa di essere completi od equilibrati. Dato lo smisurato sviluppo preso dalla bibliografia recente in tutti i campi della biologia, io dovetti limitarmi da una parte a rilevare le opere più importanti e fondamentali, dall'altra a menzionare alcuni scritti recenti nei quali il lettore curioso di sapere potesse facilmente orientarsi e trovare più ampii dati bibliografici.

Sarebbe stato molto desiderabile che molte esposizioni del testo si fossero illustrate e rese più evidenti per mezzo di figure; ciò vale soprattutto pei capitoli 7°, 8°, 11° e 16°. Frattanto la mole ed il prezzo del libro si sarebbero in tal modo soverchiamente accresciuti. Del resto noi possediamo ora numerosi trattati illustrati che possono permettere al lettore di addentrarsi meglio nei singoli campi delle meraviglie della vita. Fra questi sono soprattutto da raccomandarsi: *Max Verworn*, Allgemeine Physiologie (1894, 4ª ed. 1903); *Richard Hertwig*, Lehrbuch der Zoologie (1891, 6ª ediz. 1903); *Eduard Strasburger*, Lehrbuch der Botanik (1894, 6ª ediz. 1904); *Arnold Lang*, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbel-

losen Thiere (1888, 2ª ediz. 1901); *Carl Gegenbaur*, Vergleichende Anatomie der Wirbelthiere, 1898. Dei miei proprii scritti servono come complemento delle " Meraviglie della vita " specialmente la " Natürliche Schöpfungsgeschichte " (1868, 10ª ediz. 1902) (*) e l'" Anthropogenie " (**) (1874, 5ª ediz. 1903). Il lettore troverà numerose figure che servono ad illustrare le forme viventi trattate in questo libro nella mia opera, da poco tempo terminata: " Kunstformen der Natur " (10 fascicoli con 100 tavole, 1899-1904) (***); l'accenno a queste tavole è segnato nei singoli capitoli colle lettere K. F. coll'indicazione del numero della tavola.

Nella prefazione ai " Problemi " io avevo detto (nel 1899) che io pensavo con essi di chiudere i miei studii sulla filosofia naturale monistica, " interamente figlio del secolo decimonono, intendo col termine di esso tirare un rigo sotto al lavoro della mia vita ". Se ora vado apparentemente contro a questo proponimento, prego di considerare che questo libro sulle " Meraviglie della vita " è solo un *forzato* completamento del diffusissimo libro sui " Problemi " e che io mi sono sentito addirittura *obbligato* a comporlo per le tante domande e preghiere dei miei benevoli lettori. In questo libro, come già in quel primo, è sempre mantenuto il proposito di dare al lettore un concetto generale e comprensivo della mia filosofia monistica, quale, già al termine del secolo decimonono, essa era giunta (per me personalmente !) alla sua definitiva maturità. Naturalmente un simile concetto soggettivo non può pretendere ad essere completo e in ogni punto valevole. La mia scienza è e rimane frammentaria come quella di ogni altro uomo. Non posso dunque offrire in questo *libro di schizzi biologici* altro che studii di valore molto diseguale e di imperfetta esecuzione; esso resta un onesto *tentativo* di comprendere tutti i ricchi fenomeni della vita organica

---

(*) Trad. ital.: *Storia della Creazione naturale*. Unione Tip.-Editrice Torinese.
(**) Id. *Antropogenia*. Id id. id.
Delle opere citate di Verworn e di Strasburger esistono traduzioni italiane. Invece del citato Hertwig, è vivamente raccomandabile al lettore italiano: C. Emery, *Compendio di Zoologia*, 2ª ediz. con 793 figure. Bologna, Zanichelli, 1904.

(***) Trad. ital.: *Le forme artistiche della natura*. Unione Tip.-Editrice Torinese (comprende solo le prime 50 tavole; l'accenno a queste ultime sarà fatto colle lettere F. A.).

in un quadro generale, unitario, di spiegare tutte le " meraviglie della vita „ dal punto di vista del mio coerente monismo come manifestazioni diverse dell'unità d'azione di un solo grande universo — si chiami questo " natura o cosmo, mondo o Dio „.

I venti capitoli delle " Meraviglie della vita „ vennero scritti con ininterrotta continuità in cinque mesi da me passati sulla spiaggia dell'azzurro Mediterraneo, a Rapallo. La vita tranquilla come di chiostro in questa piccola cittaduzza marittima della splendida Riviera di Levante mi diede ozii e raccoglimento per meditare ancor una volta nel loro complesso tutti i concetti sulla vita organica che io mi era immedesimati, dal principio dei miei studii accademici (1852) e del mio insegnamento a Jena (1861), nella lunga esperienza dell'apprendere e dell'insegnare. Frattanto mi acquetava la continua visione dell'azzurro Mediterraneo, i cui moltiformi abitatori avevano dato da cinquant'anni così ricca materia ai miei studii biologici; e le solitarie passeggiate nei selvaggi burroni dell'Appennino ligure, i grandiosi panorami goduti dai suoi altari di roccie coronati di foreste mi tennero vivo il sentimento della grande *unità della madre natura*, sentimento che nel solitario studio del laboratorio troppo facilmente si affievolisce. D'altro lato queste circostanze non mi permettevano di prendere in piena considerazione l'importante bibliografia dovuta alle estese ricerche che si son fatte recentemente in tutti i campi della Biologia. Ma il libro sulle " Meraviglie della vita „ non vuol essere un " trattato di biologia generale „. Nel rivedere ancora una volta il testo, del che io m'occupai in Jena lo scorso estate, io dovetti limitarmi ad imperfette aggiunte e correzioni. Mi giovai in ciò del critico aiuto del mio ottimo allievo il dr. Enrico Schmidt (Jena) al quale son pure debitore di vivi ringraziamenti per l'accurata revisione delle bozze.

Quand'io il 16 febbraio di quell'anno chiusi in Rapallo il settantesimo anno della mia vita, fui allietato da una gran copia di attestati di simpatia, lettere e telegrammi, offerte di fiori e di altri doni; la massima parte di essi veniva da ignoti lettori dei " Problemi dell'universo „ e ve n'erano d'ogni parte del mondo. Se a qualcuno di essi non fosse giunta la mia risposta io lo prego qui

di accettare il mio sincero ringraziamento. Mi sarebbe però specialmente grato che essi volessero considerare questo stesso libro sulle " Meraviglie della vita „ come una espressione della mia gratitudine e come un ricambio letterario. Possano i miei lettori riceverne stimolo ad addentrarsi sempre più profondamente nelle grandiose meraviglie della natura e a condividere il sentimento del nostro massimo filosofo della natura, Goethe:

> « Was kann der Mensch im Leben mehr gewinnen,
> Als dass sich *Gott-Natur* ihm offenbare?
> Wie sie das Feste lässt zu Geist verrinnen,
> Wie sie das Geisterzeugte fest bewahre » (*).

Jena, 17 giugno 1904.

ERNESTO HAECKEL.

(*) « Qual più alto guadagno può fare l'uomo in vita sua — che il poter comprendere la Natura-Dio? — come essa la materia sublimi a spirito, — come delle emanazioni dello spirito essa faccia cosa duratura ».

PRIMO CAPITOLO

VERITÀ

Teoria del conoscimento. — Esperienza e pensiero. Organo della psiche. — Fronema.

« Irrtum verlässt uns nie,
Doch zieht ein höher Bedürfniss
Immer den strebenden Geist
Leise zur Wahrheit hinan » (*).

GOETHE.

« Qualsiasi conoscenza delle cose per mezzo solo del puro intendimento o della ragion pura non è altro che apparenza; e *solo nell'esperienza è la verità* ».

EMANUELE KANT (1783).

(*) « L'errore non ci abbandona mai, — eppure un bisogno superiore — sempre lo spirito anelante — dolcemente trae in alto, verso la verità ».

SOMMARIO DEL CAPITOLO PRIMO

Verità ed enigmi della vita. — Esperienza e pensiero. — Empirismo e speculazione. — Filosofia naturale. — Scienza. — Scienza empirica. — Scienza descrittiva. — Osservazione ed esperimento. — Storia e tradizione. — Scienza filosofica. — Teoria del conoscimento. — Conoscimento e cervello. — Esteti e froneti. — Sede dell'anima od organi del pensiero: fronema. — Anatomia, fisiologia, ontogenia e filogenia del fronema. — Metamorfosi psicologiche. — Evoluzione della coscienza. — Teoria monistica e dualistica del conoscimento. — Contrapposizione di queste due vie per giungere alla verità.

BIBLIOGRAFIA

Baco de Verulamio, 1620. *Novum Organon*. Londra.

Baruch Spinoza, 1677. *Ethica ordine geometrico demonstrata*. Amsterdam.

Jean Lamarck, 1809. *Philosophie zoologique*. Paris.

Immanuel Kant, 1781. *Die Kritik der reinen Vernunft*. Königsberg. (La critica della ragion pura).

Herbert Spencer, 1860. *System der synthetischen Philosophie*. 1875. Stuttgart.

Albert Lange, 1865. *Geschichte des Materialismus*, 7ª ediz., 1902. Lipsia. (Storia del materialismo).

Ernst Haeckel, 1866. *Generelle Morphologie der Organismen*. Erstes Buch: *Kritische und methodologische Einleitung*. Berlino. (Morfologia generale degli organismi).

Friedrich Ueberweg, 1870. *Grundriss der Geschichte der Philosophie*, 9ª ediz., 1903, Berlino. (Schizzo della storia della Filosofia).

Eduard Hartmann, 1889. *Das Grundproblem der Erkenntnisstheorie*. Lipsia. (Il problema fondamentale della teoria della conoscenza).

Richard Avenarius, 1891. *Der menschliche Weltbegriff. Kritik der reinen Erfahrung*. Lipsia. (Il concetto umano dell'universo, critica della pura esperienza).

Wilhelm Ostwald, 1901. *Vorlesungen über Naturphilosophie*. Lipsia. (Lezioni sulla filosofia naturale).

Fritz Schultze, 1890. *Stammbaum der Philosophie. Tabellarisch-Schematischer Grundriss der Geschichte der Philosophie von den Griechen bis zur Gegenwart*, 2ª edizione, 1899. Lipsia. (Genealogia della filosofia).

Paul Rée, 1903. *Erkenntnisstheorie*. (*Philosophie*). Berlino. (Teoria della conoscenza).

Heinrich Schmidt, 1900. *Der Kampf um die Welträthsel*. Bonn. (La polemica intorno ai « Problemi dell'universo »).

Ernst Haeckel, 1899. *Die Welträthsel*. Bonn. [Ediz. popolare, 120º migliaio, 1904]. (I Problemi dell'Universo, traduz. di A. Herlitzka. — Unione Tip.-Editrice, Torino, 1904).

Che cosa è la verità? — Questa grave domanda ha occupato da millennii l'umanità pensante, ed ha provocato a migliaia i tentativi di risposta, ed a migliaia le conoscenze e gli errori. Ogni « Storia della filosofia » dà un più o meno esteso sunto di questi molteplici tentativi fatti dallo spirito scrutatore dell'uomo per comprendere se stesso e l'universo. La « filosofia » stessa, intesa in senso proprio, non è altro che il tentativo di comprendere nel loro insieme i risultati *generali* delle nostre esperienze ed osservazioni, riflessioni e conoscenze e di riunirle in un solo tutto. La filosofia scevra di preconcetti e di paure vuole snudare coraggiosamente la « figura velata di Sais » e giungere così alla piena visione della verità. La vera filosofia intesa in questo senso può ben chiamarsi fieramente e a buon diritto « regina fra le scienze ».

Verità e problemi dell'universo. — La filosofia, quale « ricerca della verità » nel più alto significato, raccogliendo le innumerevoli conoscenze singole e sforzandosi di riunirle in un unico grande quadro d'insieme (conoscenza dell'*universo*) arriva in ultimo a posare alcune poche questioni fondamentali o *problemi*, la cui soluzione, secondo il grado di coltura e il punto di partenza dello studioso, riesce molto varia. Questi ultimi e superiori temi della scienza vennero ultimamente chiamati « problemi dell'universo » ed io avevo espressamente dato (1829) questo titolo a quel mio libro che si occupa della loro soluzione per chiarirne fin dal principio lo scopo. Nel primo capitolo di questo libro io avevo sottoposto i cosidetti « sette enigmi dell'universo » ad una critica imparziale, cercando, nel dodicesimo capitolo, di mostrare che essi si devono ricondurre tutti ad un unico grande enigma dell'universo, al *problema della sostanza*. Quella formola severa ed universalmente valida risultava dalla *fusione* delle due grandi *leggi cosmologiche fondamentali*, la legge fondamentale *chimica* della « conservazione della materia » (Lavoisier, 1789) e la legge fondamentale *fisica* della « conservazione dell'energia » (Roberto

Mayer, 1842). Questo rannodamento monistico delle due « leggi fondamentali » e l'illustrazione dell'unica *legge della sostanza* su esso fondata, s'ebbero nel frattempo molte approvazioni, come pure, d'altro lato, molti contrasti. Tuttavia i più vivi attacchi si rivolsero presto contro la mia *teoria monistica del conoscimento*, contro i metodi da me usati per giungere alla soluzione degli enigmi dell'universo. Io avevo indicato come uniche due vie sicure *esperienza e riflessione*, ossia *empiria e speculazione*, facendo specialmente notare come questi due metodi di conoscimento ugualmente giustificati si completino a vicenda, che essi soli, per mezzo della *ragione*, ci conducano al vero. Per contro io avevo ricusate come fallaci due altre vie molto battute che pretendono condurre direttamente al più profondo sapere, cioè « sentimento e rivelazione »; entrambe contraddicenti alla « ragion pura », poichè esse esigono la credenza nel *miracolo*.

Filosofia naturale. — « Ogni scienza della natura è filosofia, ed ogni vera filosofia è scienza della natura. Ogni vera scienza però è filosofia della natura ». Con queste parole io avevo nel 1866 (nel 29° capitolo della « Morfologia generale », vol. II, pag. 447) compendiato il risultato più generale dei miei studii monistici. Colà pure io avevo posto a base del « sistema monistico » la proposizione fondamentale: che « l'unità della natura e l'unità della scienza » risultano con certezza dalla integrazione dal moderno studio filosofico della natura, ed avevo espresso tale convinzione nelle proposizioni seguenti: « Ogni scienza umana è conoscimento che riposa sull'esperienza, è filosofia empirica o, se si preferisce, empiria filosofica ». Lo sperimentare riflettendo od il riflettere sperimentando sono le uniche vie e gli unici metodi per giungere alla *conoscenza della verità*. Io avevo cercato di stabilire questo convincimento monistico nel primo libro della « Morfologia generale » che dava in 108 pagine un'introduzione critica e metodologica a questa scienza e che soprattutto nel quarto capitolo ne trattava criticamente il metodo. Colà sono esaminati tanto quei metodi « che necessariamente devono completarsi a vicenda » (I *empiria e filosofia*, II *analisi e sintesi*, III *induzione e deduzione*) quanto quelli « che necessariamente devono escludersi a vicenda » (IV *dogmatismo e critica*, V *teleologia e causalità* o *vitalismo e meccanismo*, VI *dualismo e monismo*). Le logiche proposizioni monistiche fondamentali che io svolsi in quelle pagine or sono 38 anni, furono poi consolidate dalle mie ricerche ulteriori; a quel libro io devo rimandare i lettori che vi prendessero interesse. I *Problemi della vita* sono essenzialmente un tentativo di presentare in forma più succinta ed evidente le più importanti dottrine del monismo colà propugnato. Ma appunto l'opposizione suscitata in ampie cerchie dalle considerazioni filosofiche generali dei *Problemi dell'universo* mi obbliga qui a trattare ancora una volta alcune delle più importanti questioni della teoria del conoscimento.

Scienza. — Ogni vera « scienza » che meriti questo nome riposa su *esperienze* accumulate e si compone di *conclusioni* ottenute raggruppando ragionatamente queste esperienze. « Solo nell'esperienza è la verità » dice Kant. Il mondo esterno è l'oggetto che agisce sugli organi di senso dell'uomo; negli interni centri sensitivi della corteccia degli emisferi cerebrali quell'azione viene trasformata

soggettivamente in idee. I centri pensanti o regioni associative della corteccia degli emisferi (in qualunque modo si vogliano delimitare dai centri sensorii) sono i veri « organi dell'anima » che raggruppano quelle idee in conclusioni; le due vie per giungere a queste conclusioni, cioè l'*induzione* e la *deduzione*, nonchè la formazione di conclusioni concatenate e di concetti, il pensiero e la coscienza costituiscono insieme la funzione cerebrale della *ragione*. Queste verità antichissime e fondamentali delle quali io raccomando da 38 anni il riconoscimento quale indispensabile preparazione alla « soluzione degli enigmi dell'universo » sono pur sempre ben lontane dall'averlo ottenuto. Anzi esse seguitano ad essere avversate dai partiti estremi dei due indirizzi scientifici. Da un lato l'empirica descrizione della natura vorrebbe ricondurre tutto alla sola esperienza senza ricorrere alla filosofia, dall'altro lato la speculazione filosofica crede di poter fare a meno dell'esperienza e di poter costrurre l'universo colla pura ragione.

Scienza empirica. — Partendo dalla giusta osservazione che originariamente ogni scienza ha la sua fonte nell'esperienza dei sensi, i fautori della « scienza sperimentale » affermano che colla esatta osservazione dei « fatti » e col raccoglierli e descriverli è terminato il loro còmpito e che la speculazione filosofica non è altro che un vano giocherellare con dei concetti. L'unilaterale *sensualismo* quale esso era sostenuto soprattutto da Condillac e da Hume affermava poi che tutta la nostra attività psichica riposa unicamente sull'azione delle impressioni dei sensi. Questo concetto empirico unilaterale raggiunse nel secolo XIX e specialmente nella sua prima metà la sua massima diffusione nelle scienze naturali che vigorosamente fiorivano; esso venne favorito dallo stretto specialismo che si sviluppò parallelamente alla loro forzata suddivisione. La grande maggioranza dei naturalisti è ancora oggi convinta che il suo còmpito sia terminato coll'esatta osservazione dei fatti e colla loro minuta descrizione; tutto il resto, soprattutto le vaste conclusioni filosofiche tratte dalle osservazioni combinate, sarebbe incerto e inammissibile. Chi diede la più recisa formulazione a questo unilaterale indirizzo empirico fu Rodolfo Virchow; nel suo discorso per la fondazione della Università di Berlino egli trattò del « passaggio dall'epoca della filosofia a quella delle scienze naturali »; affermando che il solo còmpito della scienza sia « la conoscenza dei fatti, la ricerca obbiettiva dei singoli fenomeni naturali ». Così l'invecchiato politico Virchow dimenticava che quarant'anni prima (in Würzburg) egli aveva sostenuto concetti interamente opposti, e che il suo più grande merito personale, la creazione della « patologia cellulare » era cosa filosofica, lo stabilimento di una nuova, vasta « teoria della malattia », alla quale egli era giunto dalla combinazione di innumerevoli osservazioni e delle conclusioni fondate su di esse.

Scienza descrittiva. — Niuna scienza di qualsivoglia specie consiste nella mera descrizione dei fatti osservati. Noi dobbiamo dunque considerare come una deplorevole *contradictio in adjecto* che anche oggi in atti officiali la *biologia* sia chiamata « scienza naturale *descrittiva* » contrapponendole la *fisica* come scienza *esplicativa*. Come se tanto nella prima quanto nella seconda non si dovesse dapprima descrivere i fenomeni osservati e poi ricondurli mediante razionate conclusioni alle loro cause, cioè spiegarli! Ma è ancora più deplorevole che recentemente uno dei nostri più acuti naturalisti, Gustavo Kirchhoff, assegni addirittura alla scienza, come suo ultimo e supremo còmpito, la descrizione. Nelle sue « lezioni sulla fisica matematica e la meccanica », 1877, pag. 1, questo celebre scopritore dell'analisi spettrale dice: « il còmpito della scienza è di *descrivere* i movimenti

che si compiono in natura e cioè di descriverli completamente e nel modo più semplice ». Questa dottrina ha solo un senso quando al concetto di « descrizione » si dà un significato affatto diverso dall'usuale, cioè quando la « completa descrizione » contenga in pari tempo la spiegazione. Poichè ogni vera scienza consiste già da millennii non nella semplice conoscenza colla descrizione dei singoli *fatti*, ma nella loro spiegazione per mezzo delle *cause* efficienti. Certamente la loro conoscenza rimane sempre più o meno imperfetta ed anche ipotetica, ma lo stesso si deve anche dire della descrizione dei fatti. Quel detto di Kirchhoff è in contraddizione colla migliore opera di lui, la fondazione dell'analisi spettrale; poichè la straordinaria importanza di essa non sta nella scoperta dei meravigliosi fatti dell'ottica spettrale e nella « completa descrizione » dei singoli spettri, ma sibbene nella loro geniale combinazione ed interpretazione; le conclusioni filosofiche di grande portata che egli ne ha tratte hanno aperto alla chimica ed all'astrofisica vie di ricerca affatto nuove. Kirchhoff con questa pericolosa dottrina ingannava dunque se stesso in modo deplorevole, tanto come Virchow. Queste espressioni dei due celebri scienziati han però cagionato grandissimo danno, poichè esse allargano ancora maggiormente la profonda scissura che è fra le scienze naturali e la filosofia. Può essere utile che migliaia di manovali della scienza descrittiva evitino ogni tentativo di spiegazione; ma i veri maestri muratori della scienza non possono accontentarsi di raccoglierne le morte pietre da costruzione, ma devono connetterle razionatamente per elevarsi alla conoscenza delle cause.

Osservazione ed esperimento. — L'esatta e critica osservazione dei veri fatti ed il loro accertamento per mezzo dell'esperimento sono considerati a ragione come un grande merito della scienza moderna di fronte a tutti gli sforzi fatti anteriormente pel riconoscimento del vero. Gli eminenti pensatori dell'antichità classica, per quanto riguarda lo sviluppo dei giudizi e delle conclusioni e in generale del pensiero, stavano molto al disopra della maggior parte dei moderni naturalisti e filosofi; ma essi erano osservatori superficiali o poco abili e non conoscevano quasi affatto l'esperimento. Nel medio evo entrambi gli indirizzi del lavoro scientifico andarono gradatamente perdendosi, poichè il predominante cristianesimo non voleva che la sua « fede », che il riconoscimento della sua soprannaturale « rivelazione », mentre poco curava l'osservazione della natura. La grande importanza di questa, come sicura base del vero sapere fu prima riconosciuta da Bacone di Verulamio, il cui *Novum Organon* (1620) stabilì le basi del conoscimento scientifico, in contrapposizione alla tradizionale scolastica di Aristotele ed il suo « *organon* ». Bacone fu il fondatore del moderno metodo empirico di ricerca, non solo perchè egli pose a base di ogni filosofia l'esatta e minuta *osservazione* dei fenomeni reali, ma perchè volle anche che essa fosse resa completa dall'*esperimento*; questo cimento non è però altro che una domanda fatta alla natura, alla quale questa deve ella stessa rispondere, è un'osservazione sotto determinate condizioni artificiosamente stabilite.

Osservazione. — L'accurato metodo dell' « esatta osservazione », che è in uso da appena 300 anni, fu straordinariamente favorito dalla scoperta degli strumenti che diedero all'occhio umano la facoltà di penetrare le più remote distanze degli spazii celesti e le più recondite profondità dei minimi spazii: il *telescopio* ed il *microscopio*. Il grande perfezionamento portato a questi strumenti nel secolo XIX ed il sussidio che essi si ebbero da altre moderne scoperte, hanno dato all'osservazione in questo « secolo delle scienze naturali » più grandi trionfi di quello che

prima si avrebbe potuto presentire. Ma appunto questa raffinata perfezione della tecnica di osservazione ha avuto anche il suo cattivo lato ed ha condotto spesso a vie errate. Lo sforzo verso la maggior possibile esattezza ed *obbiettività* d'osservazione fa spesso dimenticare l'importante parte che spetta alla *soggettiva* attività psichica dell'osservatore per ciò che riguarda il risultato dell'osservazione stessa; poco viene stimato il giudizio e il pensiero del suo cervello di fronte all'acutezza e chiarezza del suo occhio. Spesso il mezzo di osservazione è diventato esso stesso lo scopo. Nella riproduzione delle cose osservate la fotografia, che riproduce ugualmente tutte le parti dell'immagine, viene spesso stimata più del soggettivo disegno il quale rileva solo quello che è essenziale trascurando il secondario; e tuttavia in molti casi (p. es. nelle osservazioni istologiche), quest'ultimo metodo è molto più importante ed esatto del primo. I massimi errori nascono però da ciò che molti cosidetti « esatti osservatori » tralasciano affatto di meditare e giudicare i fenomeni osservati e trascurano la critica di se stessi; da ciò proviene che sovente più osservatori dello stesso fenomeno si contraddicono direttamente e tuttavia ognuno di essi vanta l' « esattezza » delle sue osservazioni.

Esperimento. — Come la semplice osservazione, così anche l'esperimento è stato recentemente perfezionato in modo meraviglioso; soprattutto le cosidette scienze sperimentali, nelle quali esso viene specialmente impiegato: fisica, chimica, fisiologia, patologia, ecc., hanno per tal modo ottenuti i massimi successi. Ma anche nell'esperimento, nell'osservazione sotto condizioni volutamente poste, è della massima importanza che esso sia intrapreso e seguitato con limpido e retto giudizio, tanto come nella semplice osservazione. La natura può rispondere rettamente e nettamente alla questione che le si è posta solo quando questa sia posta nettamente. Troppo spesso questo non è il caso, e lo sperimentatore si esaurisce in tentativi insensati, colla pazza speranza che ad ogni modo « qualche cosa ne debba venir fuori ». Di tali inutili e sbagliati tentativi è specialmente ricco il moderno campo della embriologia sperimentale e della meccanica dello sviluppo. Altrettanto pazzo è il procedere di quei biologi che lo sperimento utilissimo in fisiologia vogliono trasportare anche nel campo morfologico dove esso ben di raro può essere giovevole. Nella moderna lotta attorno alla teoria dell'evoluzione si è intrapreso non di rado il tentativo di dimostrare o confutare sperimentalmente il formarsi di nuove specie. Così si dimenticò affatto che il concetto di *specie* è solo *relativo* e che nessun naturalista è capace di dare una definizione *assoluta* soddisfacente di questo concetto (*). Nè meno è sbagliato il voler applicare l'esperimento a problemi storici quando mancano tutte le condizioni preliminari per la sua riuscita.

Storia e tradizione. — La sicurezza del conoscimento che noi otteniamo coll'osservazione e collo sperimento non si può direttamente avere che nel presente. Per contro per lo studio del passato noi dobbiamo ricorrere ad altri metodi di conoscimento che sono meno sicuri ed accessibili, cioè alla storia ed alla tradizione. Questo campo della scienza è già da millennii ben battuto ed investigato, per quanto riguarda la storia dell'uomo e della sua civiltà, la storia dei popoli e degli Stati, dei loro usi e delle loro leggi, favelle e migrazioni. Come è noto la tradizione orale e scritta da generazione a generazione, le opere d'arte e gli archivii,

(*) Vedi *Storia della creazione naturale*, pag. 32 e 155 della traduz. ital.

le antichità ed i monumenti, le armi e gli utensili, offrono qui un copioso materiale empirico che utilizzato con cautela e critica fornisce una quantità di documenti. Ciò malgrado rimangono qui sempre aperte innumerevoli porte all'errore, poichè i documenti sono spesso incompleti ed il soggettivo apprezzamento di essi è spesso tanto incerto come la loro veridicità obbiettiva.

La *storia naturale* propriamente detta, la ricerca dell'origine e del passato dell'universo, della terra e degli organismi che la popolano è molto più recente che quella dell'uomo. Per l'universo diede pel primo Emanuele Kant nella sua meravigliosa « Storia naturale del cielo » (1755) i fondamenti di una cosmogonia meccanica, i quali furono poi matematicamente sviluppati da Laplace (1726; cfr. « Problemi », 13° capit.).

Anche la *Geologia*, come storia dell'evoluzione della terra, ebbe principio già al termine del secolo XVIII, ma solo per opera di Hoff e di Lyell (1830) ebbe una base completa. Ancora più tardi (1866) furono poste le prime basi per la filogenesi degli organismi, dopochè Darwin (1859) ebbe dato sicuro fondamento alla teoria dell'evoluzione stabilita 50 anni prima da Lamarck.

Scienza filosofica. — Sta in aperto contrasto con questo indirizzo puramente empirico seguìto ancora oggi dalla maggioranza dei naturalisti la tendenza meramente speculativa che domina nelle sfere della nostra filosofia scolastica. L'alta importanza acquistata dalla filosofia critica di Emanuele Kant nel corso del secolo XIX viene recentemente con sempre maggior enfasi messa in prima linea fra tutti gli sforzi filosofici. Come è noto Kant affermò che solo una parte delle nostre conoscenze è empirica ed è acquistata *a posteriori*, cioè per mezzo dell'esperienza, che per contro un'altra parte di esse (p. es., gli assiomi matematici), si origina *a priori*, cioè per opera della pura « ragione » indipendentemente da ogni esperienza. Quest'errore condusse più oltre all'affermazione che le basi iniziali delle scienze naturali sono *metafisiche* e che l'uomo per mezzo dei concetti innati di spazio e tempo può bensì riconoscere una parte dei fenomeni ma non può concepire quello che stà dietro ad essi: « la cosa in sè ». La metafisica puramente speculativa, che si sviluppò ulteriormente sull'*apriorismo* di Kant e che trovò in Hegel il suo più spinto sostenitore, giunse in ultimo a respingere del tutto l'empiria ed affermò che propriamente ogni conoscenza viene acquistata colla pura ragione indipendentemente da qualsiasi esperienza.

Il grande errore di Kant, che ebbe così gravi conseguenze per tutta la susseguente filosofia, dipende essenzialmente da ciò che alla sua critica « teoria del conoscimento » mancavano le basi fisiologiche e filogenetiche che furono acquisite solo 60 anni dopo la sua morte dalla riforma Darwiniana della teoria dell'evoluzione e dalle scoperte sulla fisiologia del cervello. Egli considerò l'anima umana colle sue innate proprietà della ragione come qualche cosa di dato e non si chiese nemmeno se avesse avuto un'evoluzione storica; egli sostenne dunque l'immortalità di essa come postulato pratico che sfugge alla dimostrazione; egli non sospettò che quest'anima potesse essersi svolta filogeneticamente dall'anima degli affini mammiferi. La meravigliosa attitudine ai conoscimenti *a priori* è però nata in origine dall'*eredità* di certe strutture cerebrali le quali nei progenitori vertebrati dell'uomo furono acquisite lentamente ed a gradi coll'adattamento alla sintetica coordinazione di esperienze, da conoscenze *a posteriori*. Anche i dati assolutamente sicuri della matematica, che Kant considera come giudizi sintetici *a priori*, sono sorti in origine dalla evoluzione filetica della facoltà raziocinativa e si debbono

ricondurre ad esperienze sempre ripetute ed a conclusioni *a posteriori* fondate su di esse. La « necessità » che il Kant attribuiva come speciale proprietà a questi giudizi aprioristici, apparterrebbe anche a tutti gli altri giudizi se i fenomeni e le loro condizioni ci fossero perfettamente noti.

Teoria biologica del conoscimento. — Fra gli appunti che i « metafisici di professione », specialmente i filosofi delle scuole tedesche, mossero ai miei « Problemi del mondo » primeggia la grave accusa che io non intenda la teoria del conoscimento o non ne abbia « la minima idea ». Quest'accusa è giustificata in questo senso, che io non comprendo la dualistica teoria del conoscimento di questa metafisica dominante che si appoggia su Kant; io non riesco a concepire come il suo metodo psicologico introspettivo (disprezzando tutte le basi fisiologiche, istologiche e filogenetiche) possa appagare le richieste della « pura ragione ». Certo la mia teoria monistica del conoscimento è cosa affatto diversa; poichè essa si appoggia costantemente sui grandiosi progressi della moderna fisiologia, istologia e filogenia, sui meravigliosi risultati che si ebbero da queste scienze negli ultimi 40 anni, i quali dalla metafisica dominante vengono per solito completamente ignorati. Fondandomi su queste *esperienze* biologiche io sono giunto, per quello che riguarda la natura dell'attività psichica umana, alle convinzioni che ho esposto nella seconda parte dei « Problemi dell'universo » (capitoli 6° a 11°). A tal riguardo sono fondamentali le proposizioni seguenti:

Conoscimento e cervello. — 1° L'anima o psiche dell'uomo obbiettivamente considerata, è essenzialmente simile a quella di tutti gli altri vertebrati; essa è il lavoro fisiologico o la funzione del suo cervello; 2° Come le funzioni di tutti gli altri organi, così anche quelle del cervello si devono alle cellule che compongono l'organo; 3° Queste cellule del cervello, che noi chiamiamo anche cellule psichiche, cellule gangliari o neuroni, sono vere cellule nucleate la cui minuta struttura è molto intricata; 4° L'ordinamento e il raggruppamento di queste cellule psichiche, il cui numero nel cervello dell'uomo e degli altri mammiferi è di molti milioni, è molto regolare ed, entro i limiti di questa elevatissima classe di vertebrati, contrassegnato da molte particolarità le quali si spiegano colla comune origine di tutti i mammiferi da un mammifero primitivo (un promammale del periodo triasico); 5° Quei gruppi di cellule psichiche che sono da considerarsi come i fattori delle attività psichiche superiori hanno la loro origine nel cervello anteriore, la prima ed anteriore delle cinque ampolle cerebrali embrionali; esse sono limitate a quelle parti superficiali del cervello anteriore che in anatomia si designano col nome di « corteccia

cerebrale »; 6° Entro a questa corteccia del cervello anteriore molte singole attività psichiche sono localizzate, cioè legate a una determinata regione: se questa viene distrutta, se i neuroni di essa vengono uccisi, spariscono anche quelle; 7° Le regioni in discorso sono nella corteccia del cervello anteriore distribuite in tal guisa che una parte di esse sta in diretta connessione cogli organi di senso e riceve ed elabora le impressioni che riceve da essi; esse sono i centri sensitivi interni (*sensoria*); 8° Fra questi organi sensori centrali giacciono gli organi intellettuali, i veri organi del pensiero, gli strumenti dell'ideazione e del pensiero, del giudizio e della coscienza, dell'intelletto e della ragione; essi vengono chiamati *centri pensanti* o centri di associazione, perchè le diverse idee ricevute dai centri sensorii vengono da esse associate e collegate in un unico pensiero (*).

Estete e fronete. — La distinzione anatomica fra i due territorii della corteccia cerebrale che noi contrapponiamo quali interni centri di senso (*centri sensori*) e centri del pensiero (*centri d'associazione*) è, secondo la mia convinzione, della massima importanza. Certe considerazioni fisiologiche avevano, per vero, già da molto tempo resa verosimile questa distinzione, ma una sicura dimostrazione anatomica di essa non riuscì ad essere data che da dieci anni. Nel 1894 mostrò per la prima volta Flechsig che nella corteccia grigia del cervello anteriore vi sono quattro centri interni di senso (« sfere interne di sensazione » od *estete*) e frammezzo ad esse quattro centri del pensiero (« centri di associazione » o *fronete*). Fra questi è fisiologicamente il più importante il *cervello principale* o « grande centro di associazione occipito-parietale ». La delimitazione anatomica dei due « territorii psichici » che qui era stata tentata dapprima da Flechsig fu poi da lui stesso modificata e da altri notevolmente cambiata. I segnalati lavori di Edinger, Weigert, Hitzig ed altri conducono a risultati parzialmente diversi. Ma per chi voglia avere un concetto generale dell'attività psichica e soprattutto della funzione del conoscimento che qui ci interessa, la particolare delimitazione di essi territorii non ha importanza immediata. Sta il fatto principale che noi ora possiamo distinguere anche anatomicamente i due più importanti organi dell'attività psichica, che i neuroni che li costituiscono si comportano istologicamente ed ontogeneticamente in modo diverso e persino lasciano riconoscere differenze chimiche (nel diverso modo di comportarsi rispetto a certe sostanze coloranti). Da ciò noi dobbiamo trarre la

(*) Maggiori dati sui rapporti fra i centri del pensiero ed i centri sensori si trovano nel 10° Capitolo dei « Problemi dell'universo » (*Coscienza*).

conclusione che anche i neuroni, cellule psichiche, che compongono quei due organi sono nella loro minuta struttura differenti; le complicate vie fibrillari che scorrono nel citoplasma loro saranno differenti malgrado che i nostri grossolani metodi di ricerca finora non siano stati in grado di mettere in rilievo queste differenze. Per distinguere anche come concetto le due forme di neuroni io propongo di distinguere le cellule sensorie dei centri di senso col nome di *cellule estetali* e le cellule dei centri del pensiero col nome di *cellule fronetali*. Le prime formano anatomicamente e fisiologicamente il passaggio fra gli esterni organi di senso e gli interni organi del pensiero.

Sensorio o fronema. — Alla delimitazione anatomica fra interni centri sensorii e organi del pensiero che si avvera nella corteccia del cervello anteriore corrisponde anche il loro differenziamento fisiologico. Al *sensorio* o centro di senso spetta l'elaborazione delle impressioni sensitive esterne che furono acquistate per mezzo degli organi periferici di senso e dell'energia specifica dei loro nervi sensorii; le *estete*, che nella qualità di organi centrali di senso costituiscono il sensorio ed i loro organi elementari istologici, le *cellule estetali*, preparano qui il lavoro per il pensiero ed il giudizio propriamente detti. Questo lavoro della « ragion pura » viene eseguito dal *fronema* dei centri pensanti, poichè le *fronete*, i diversi organi del pensiero che costituiscono il fronema, ed i loro agenti istologici, le *cellule fronetali*, curano l'associazione o il raggruppamento di quei lavori preparatorii. Da questa importante distinzione riesce rettificato l'errore dell'antico *sensismo* (di Hume, Condillac, ecc.) che la conoscenza riposi unicamente sulla attività dei sensi. È esatto che i sensi sono la *fonte* originale di ogni conoscenza; ma bisogna che le conoscenze del mondo esterno acquisite per mezzo degli organi di senso e dei loro nervi e centri siano raggruppate dai centri d'associazione e che le immagini così acquistate si rispecchino nella coscienza dei centri del pensiero perchè ne risulti il vero conoscere e pensare, il lavoro specifico della ragione. Aggiungasi ancora la circostanza importante e spesso dimenticata che nelle cellule fronetali degli uomini civili e pensanti v'è già una preziosa riserva di energia nervosa potenziale *ereditata* (per *accumulazione filogenetica*) che in origine venne (*ontogeneticamente*) acquisita dalla reale attività sensoria delle cellule estetali nel corso di molte generazioni.

Antagonismo fra estete e fronete. — L'esame critico ed imparziale dell'attività cerebrale dei diversi cultori della scienza mostra che in generale esiste un certo contrasto od una certa *correlazione*

antagonistica fra i due territori dell'attività mentale superiore. Gli empirici cultori delle *scienze naturali*, i promotori degli studi *fisici* hanno uno sviluppo predominante del *sensorio*, una maggior tendenza ed attitudine all'osservazione di *singoli* fenomeni. Gli speculativi cultori delle cosidette *scienze psichiche* e della filosofia, gli amanti degli studi *metafisici*, mostrano per contro un maggiore sviluppo del *fronema*, una predominante tendenza ed attitudine a conoscere comprensivamente i fenomeni nelle loro *generalità*. Perciò i metafisici guardano per solito dall'alto al basso quei « materialisti » che si occupano di ricerche speciali e di osservazioni naturali, mentre a questi ultimi ripugna invece come sollazzo non scientifico o labe speculativa il pensare dei primi. Questo antagonismo che ha base fisiologica è da ricondursi istologicamente ad un maggior differenziamento ora delle cellule estetali, ora delle fronetali. Solo nei maggiori fra i « filosofi della natura », Copernico, Newton, Lamarck, Darwin, Giovanni Müller, i due territori psichici hanno uno sviluppo ugualmente elevato che li rende capaci delle più alte operazioni della conoscenza.

Sede dell'anima (*Fronema*). — Se noi intendiamo in stretto senso il vario concetto di *anima* o *psiche* noi possiamo considerare ora nell'uomo e negli altri mammiferi, come *sede* (o meglio *organo*) della *psiche* quella parte della corteccia del cervello anteriore che comprende le *fronete* e che è composta dalle cellule fronetali; per dare a questo concetto una breve e significativa espressione noi useremo il termine di *fronema*. Il fronema dunque, secondo il nostro monistico convincimento, è l'organo del pensiero, tanto come l'occhio è l'organo della vista ed il cuore l'organo centrale della circolazione sanguigna. Colla distruzione di quest'organo si spegne anche la sua funzione. In opposizione a questo concetto biologico, fondato su base empirica, la dominante psicologia metafisica considera il cervello bensì come « sede dell'anima » ma in tutt'altro senso; essa ritiene al tutto dualisticamente l'anima come una speciale « essenza » che solo temporariamente abita il cervello (come la lumaca il suo guscio); e che dopo la morte di esso seguita a vivere, di vita indipendente ed « in eterno »! L' « anima immortale » è, secondo questo favorito concetto che si deve a Platone, un essere immateriale, che sente, pensa e agisce indipendentemente e che usa del corpo materiale come di strumento per l'esecuzione. L'accarezzata « teoria del clavicembalo » paragona l'anima ad un virtuoso che sul corporeo strumento eseguisce un pezzo interessante (la vita individuale della persona) e poi abbandona lo strumento per viversene da sè in eterno. Secondo Descartes, che accettò nel più ampio modo il dualismo mistico di Platone, la vera camera di

abitazione nel cervello (la sala del pianoforte) sarebbe la *ghiandola pineale* od *epiphysis* che è una porzione dorsale del cervello medio (della seconda ampolla cerebrale embrionale). La moderna anatomia comparata ha riconosciuto che questa famosa ghiandola pineale è il rudimento di un occhio impari, l'occhio pineale (che è ancora funzionante in alcuni rettili). Del resto neppur uno degli innumerevoli psicologi i quali seguendo Platone cercano in qualche parte del corpo la « sede dell'anima » ha mai saputo mettere insieme un'ipotesi accettabile sulla connessione fra « corpo ed anima » e sul modo loro vicendevole di agire. Noi, seguendo il nostro concetto monistico, abbiamo risposto a questa questione fondamentale in modo semplicissimo e secondo esperienza. Vista la straordinaria importanza di essa, sarà utile dare almeno di sfuggita uno sguardo su questo nuovo modo di concepire il fronema, e ciò dal punto di vista anatomico, fisiologico, ontogenetico e filogenetico.

Anatomia del fronema. — Intendendo per fronema il vero « organo psichico » in stretto senso, cioè lo strumento centrale del pensiero e del conoscimento, della ragione e della coscienza, noi possiamo mettere in prima linea la proposizione che all'unità fisiologica, generalmente ammessa, del pensiero e della coscienza corrisponde anche un'unità anatomica del relativo organo. Poichè a questo fronema noi attribuiamo una intricatissima costituzione anatomica, ci è lecito chiamarlo *apparato psichico* nello stesso senso nel quale noi consideriamo l'occhio come un apparato visivo di adattissima e complessa costituzione. È vero che noi non siamo che al principio della minuta analisi anatomica del fronema e non possiamo ancora stabilire nettamente i confini fra esso ed i prossimi territori sensori e motori. Inoltre ai perfezionati ausiliari della moderna istologia, ai migliorati microscopi e ai metodi per la colorazione del plasma, non è ancora riuscito che in piccola parte di penetrare la mirabile struttura delle cellule fronetali ed il loro intricato aggruppamento. Tanto però noi abbiamo guadagnato della sua conoscenza da poterlo considerare come il più perfetto macchinismo cellulare, anzi come il più elevato prodotto dell'evoluzione organica. Milioni di differenziatissime cellule fronetali costituiscono le singole stazioni di questo sistema telegrafico e miliardi di finissime fibrille nervee i fili conduttori che collegano queste stazioni l'una coll'altra e coi centri sensori da un lato ed i centri motori dall'altro. L'anatomia comparata c'insegna inoltre a conoscere quali lenti gradi di perfezionamento abbia percorso il fronema entro alle classi superiori dei vertebrati, degli anfibi e rettili su fino agli uccelli e mammiferi, ed, entro a quest'ultima classe,

dai monotremi e marsupiali su fino alle scimmie ed all'uomo. Così il *cervello umano* ci appare oggi come *la più grande meraviglia della vita*, stata condotta a termine dal *plasma*, dalla « sostanza vivente » nel corso di molti milioni di anni.

I mirabili progressi fatti negli ultimi decennii dallo studio anatomico ed istologico del cervello non poterono però ancora condurci ad una netta delimitazione, in ispazio, del fronema e mettere in chiaro i suoi rapporti coi vicini territori sensori e motori della corteccia del cervello. Inoltre noi dobbiamo ammettere che nei gradi inferiori della psiche dei vertebrati non v'abbia ancora una simile precisa delimitazione; negli stadi più antichi e filogeneticamente più arretrati, quei territori non erano ancora differenziati. Anche ora permangono passaggi fra le cellule estetali e le fronetali. Possiamo però fiduciosamente sperare che gli ulteriori progressi della morfologia *comparata* del cervello, appoggiati dall'embriologia, riescano a chiarire sempre meglio queste complicatissime strutture. Ad ogni modo è ora empiricamente stabilito il *fatto fondamentale* che il fronema (vero « organo della psiche ») forma una parte materialmente limitata della corteccia del cervello anteriore e che senza di esso non si può avere nessuna attività intellettuale, nessuna « vita psichica », nessun « pensiero », nessuna « conoscenza ».

Fisiologia del fronema. — Poichè noi consideriamo tutta quanta la *psicologia* come un semplice ramo della *fisiologia*, e guardiamo tutti quanti i fenomeni della vita psichica dallo stesso punto di vista monistico dal quale guardiamo tutte le rimanenti funzioni vitali, s'intende da sè che noi anche per la « conoscenza » e la ragione non facciamo un'eccezione. Così noi ci mettiamo in opposizione fondamentale con la dominante fisiologia delle scuole, per la quale la psicologia non è una *scienza naturale*, ma una *scienza spirituale;* dimostreremo nel capitolo seguente che quest'usata contrapposizione è al tutto ingiustificata. Disgraziatamente vi sono anche dei fisiologi moderni e molto stimati, i quali pel rimanente pensano in modo al tutto monistico, che mantengono ancora questo punto di vista dualistico e considerano l' « anima » nel senso di Descartes, come un « essere sopranaturale ». Nell'acutissimo Descartes (allievo dei gesuiti), questo dualismo poteva ancora giustificarsi, poichè egli l'affermava solo per l'uomo, tenendo invece gli animali per macchine senz'anima. Esso appare però al tutto assurdo nei moderni fisiologi, i quali sanno da innumerevoli osservazioni ed esperimenti, che il cervello od « organo psichico » si comporta nell'uomo esattamente come nei rimanenti mammiferi e innanzi tutto come nei primati. Questo paradossale dualismo di

alcuni fisiologi e psichiatri si spiega da un lato colla falsa teoria della conoscenza, verso la quale essi si sono lasciati attirare dalla grande autorità di Kant, Hegel, ecc., dall'altra per riguardi verso il dominante *Atanismo* e per la tema che una manchevole fede nell'immortalità li faccia passare per « empii materialisti ». Poichè noi non dividiamo questa paura, scrutiamo e giudichiamo il lavoro fisiologico delle fronete senza preconcetti, come studieremmo quello degli organi di senso e dei muscoli; noi troviamo che le prime sottostanno tanto come questi ultimi alla onnipotente *legge della sostanza*. Noi dobbiamo considerare come i veri fattori della conoscenza (come di tutte le altre attività psichiche) i processi chimici che si compiono nelle cellule gangliari della corteccia cerebrale. *La chimica del neuroplasma determina le funzioni vitali del fronema.* Ciò vale anche per la sua più perfetta ed enigmatica funzione, per la *coscienza.* Sebbene questa grande « meraviglia della vita » non ci sia resa direttamente nota che dal *metodo introspettivo*, dallo « specchiarsi della conoscenza nella conoscenza », tuttavia il *metodo comparativo* della psicologia ci conduce alla sicura certezza, che la « coscienza umana », che è salita così in alto, solo quantitativamente, non qualitativamente, si distingue da quella delle scimmie, dei cani, dei cavalli e di altri mammiferi superiori.

Patologia del fronema. — Il più valido appoggio al nostro concetto monistico dell'essenza e della « sede dell'anima » lo si riceve dalla *psichiatria*, dalla « scienza delle malattie mentali ». Un vecchio adagio della scienza medica dice: *pathologia physiologiam illustrat*, la scienza delle malattie facilita la conoscenza delle sane attività vitali. Questo detto è particolarmente vero per le malattie della psiche, poichè esse sono tutte da ricondurre ad alterazioni di parti del cervello, le quali in istato normale compiono determinate funzioni. La localizzazione delle malattie in un determinato territorio del fronema diminuisce o distrugge la funzione psichica normale che dipendeva da questo territorio. Così l'alterazione del centro della favella, il quale risiede nel lobo dell'insula e nelle sue parti vicine, annienta la facoltà del parlare; la distruzione della regione visiva (nel lobo occipitale) toglie la facoltà visiva; quella del lobo parietale l'uditiva.

La natura stessa eseguisce qui delicati sperimenti, che lo psicologo nei suoi saggi artificiali non può instituire che in parte o non affatto. Se pure solo per una parte delle funzioni psichiche ci è finora riuscito di conoscere per tal via la loro dipendenza funzionale dal relativo organo del cervello, tuttavia niun medico scevro di preconcetti dubita che lo stesso sia vero per tutte le altre parti. Ogni speciale lavoro psichico dipende dalla costituzione normale della relativa

parte del cervello, di un territorio del fronema. Ne dànno prove luminose i numerosi cretini e microcefali, quegli uomini disgraziati in cui il cervello anteriore è più o meno atrofico e che perciò rimangono per tutta la vita ad un basso e bestiale stadio evolutivo dell'attività psichica. Questi uomini ridotti sarebbero degni di compassione se avessero una chiara coscienza del loro misero stato; ciò che invece non è. Essi rassomigliano a vertebrati, cui si rimova sperimentalmente in parte o tutto il cervello anteriore; questi possono rimanere lungo tempo in vita, possono venire nutriti artificialmente ed eseguire movimenti automatici o riflessi, in parte anche adatti, senza che in ciò si possa notare una traccia di coscienza, di ragione o di qualsivoglia altra « funzione psichica » superiore.

Ontogenia del fronema. — La storia dell'evoluzione della psiche nel bambino è in generale nota all'uomo da millennii ed è stata oggetto di vivo interesse per ogni attento genitore, insegnante o pedagogo. Ma uno studio rigorosamente scientifico di questo notevole ed importante fenomeno non fu propriamente iniziato che da vent'anni. Nel 1884 Kussmaul pubblicò le sue « ricerche sulla vita psichica del neonato » (*Untersuchungen über das Seelenleben des neugeborenen Menschen*) e nel 1882 Preyer pubblicò il suo libro su « l'anima del bambino, osservazioni sull'evoluzione psichica dell'uomo nei primi anni » (*Die Seele des Kindes*, 4ª ediz. 1895). Dagli accurati diarii tenuti da questi e da altri recenti osservatori risulta che il neonato non solo non ha nè coscienza nè ragione, ma è anche sordo e non sviluppa che gradatamente l'attività dei sensi e dei centri pensanti. Solo al contatto col mondo esterno cominciano l'una dopo l'altra queste funzioni a svilupparsi, tanto come il parlare, il ridere, ecc.; solo più tardi vengono le associazioni, la formazione dei concetti e delle parole e così via. A questi fatti fisiologici rispondono le recenti osservazioni anatomiche; riuniti essi ci convincono che il fronema nel neonato non si è ancora affatto svolto; non si può dunque parlare qui nè di una sede della psiche, nè di uno « spirito umano », cui si rattacchi il concetto del pensiero e conoscenza, intelletto e coscienza. Perciò l'uccisione di neonati deformi, quale essa era praticata dagli Spartani a scopo di selezione dei più validi, non può ragionevolmente cadere sotto il concetto di « omicidio », come avviene nei nostri codici. Piuttosto noi la dovremmo ammettere come una norma logica, utile per le parti come per la società. Se l'intero corso dell'ontogenesi è, secondo la nostra legge biogenetica fondamentale, una ripetizione abbreviata della filogenesi, ciò è anche vero per la *psicogenesi*, per lo sviluppo della *psiche* e del suo organo che è il *fronema*.

Filogenia del fronema. — Per la conoscenza della filogenia della psiche ha grande importanza, oltre alla sua ontogenia anche e soprattutto la psicologia *comparata*. Infatti entro alla serie dei vertebrati noi troviamo anche oggidì una lunga serie di gradi di evoluzione che ci conducono dagli infimi acrani e ciclostomi ai pesci ed ai dipneusti, da questi agli anfibi e da questi ancora agli amnioti. Fra questi ultimi poi i diversi ordini di rettili ed uccelli da un lato, dei mammiferi dall'altro, ci indicano come gradatamente passo a passo le attività psichiche superiori si sono svolte dalle inferiori. A questa scala fisiologica corrisponde esattamente quella morfologica che ci è additata dall'anatomia comparata del cervello. Di questa la parte più interessante ed importante riguarda l'elevatissima classe dei mammiferi, poichè entro ai limiti di questa noi incontriamo di nuovo una lunga scala ascendente. Al culmine di essa stanno i primati (l'uomo, le scimmie e le proscimmie), poi i carnivori, una parte degli ungulati e dei rimanenti placentali. Un ampio intervallo sembra separare questi mammiferi ragionevoli dai coriati inferiori, dai marsupiali e dai monotremi: a questi ultimi manca ancora l'alto sviluppo qualitativo e quantitativo del fronema che noi incontriamo nei primi, e tuttavia si possono ancora ritrovare tutti i gradi intermedi fra gli uni e gli altri. Il graduale perfezionamento del cervello anteriore e della sua parte più importante, il fronema, ebbe luogo durante l'*epoca terziaria*, la cui durata è valutata da molti recenti geologi a 12-15 (ma almeno a 3-5) milioni d'anni. Avendo già trattato a fondo dei più importanti risultati delle moderne ricerche sul cervello e della fondamentale importanza che essi hanno per la psicologia e per la teoria della conoscenza nei 6°-9° capitoli dei « Problemi », qui posso riferirmi a quelle pagine. Un punto solo vorrei qui brevemente chiarire poichè esso venne attaccato recentemente con speciale accanimento dai miei avversari. Io mi ero più volte riferito alle opere del segnalato zoologo inglese John Romanes che trattano obbiettivamente e comparativamente « lo sviluppo mentale nel regno animale e nell'uomo » e che in pari tempo accolgono i lavori di Darwin su questo soggetto. Ora il Romanes, più tardi, poco innanzi alla sua morte, ritrattò in parte queste sue logiche e chiare convinzioni monistiche e si convertì a concetti mistici e religiosi. Poichè questa conversione fu dapprima resa nota da un suo amico, uno zelante teologo inglese, veniva naturale il pensare ad una mistificazione per opera di quest'ultimo; è infatti noto che i fanatici difensori della superstizione ecclesiastica non si fanno mai scrupolo di cambiare la verità nel suo opposto quando si tratti di salvare i loro dogmi. La conscia *menzogna* e l'*inganno* voluto passano per santi e meritorii quando son fatti « ad

onore di Dio ». Frattanto rimase poi stabilito che in questo caso (come in quello del vecchio Baer) si trattava veramente di quell'interessante *metamorfosi psicologica* di cui ho parlato nel 5° capitolo dei « Problemi ». Romanes negli ultimi anni era malaticcio, in ultimo molto sofferente, e inoltre in preda alla più profonda afflizione per la morte di parenti cari. In questo stato di profonda depressione e melancolia soggiacque a mistiche influenze che a lui colla credenza in trascendenti miracoli promettevano consolazione e pace. Che da questa patologica debolezza e dalla susseguente conversione non vengano scosse le sue dottrine monistiche anteriori è cosa che per il lettore critico e scevro da preconcetti non ha bisogno di essere rilevata. Se in simili casi da profonde commozioni, esperienze dolorose e vivide speranze viene offuscato il lucido giudizio della ragion pura, è tuttavia da tenersi per fermo che solo quest'ultima e non un qualche impulso del sentimento o qualche sopranaturale rivelazione, può condurre alla conoscenza della verità. Ma la prima condizione perchè si abbia una simile libera e pura conoscenza secondo ragione è che il suo organo, il fronema, si trovi in istato normale.

Sviluppo della coscienza. — Fra tutte le meraviglie della vita la coscienza può essere considerata anche oggidì come la maggiore e la più sorprendente. Certo i più dei fisiologi sono ora convinti che anche la coscienza umana, come tutte le altre attività mentali, è una funzione del cervello e che anch'essa si deve ricondurre a processi fisici e chimici che si compiono nella corteccia del cervello anteriore. Ma ciò malgrado vi son pur sempre dei biologi i quali condividono il modo di vedere della metafisica dominante, che questo « mistero psicologico centrale » rimanga un insolubile enigma dell'universo e non sia affatto un fenomeno naturale. Al che io vorrei contrapporre la teoria monistica della coscienza da me data nel 10° capitolo dei « Problemi », rilevando specialmente come anche qui la storia dello sviluppo ci sia vera fiaccola che ci guida ad una intelligenza naturale del fenomeno. Fra tutte le altre meraviglie dell'universo è la visione quella che per più di un rispetto più si avvicina a quella della coscienza. La ben nota storia dell'evoluzione dell'*occhio* ci mostra come la *visione*, cioè la percezione di immagini del mondo esterno, si è sviluppata a gradi, come *nuova* meraviglia della vita, dalla semplice percezione della luce che si aveva negli animali inferiori (e ciò per lo svilupparsi di una lente rifrangente). In guisa simile la psiche cosciente, un interno rispecchiarsi del proprio lavoro psichico, si è svolta, come *nuova* meraviglia della vita, dall'inconscio lavoro di associazione nel fronema dei nostri più antichi progenitori vertebrati.

Teoria monistica della conoscenza. — Un esame ponderato ed imparziale della citata biologia del fronema conduce a questo risultato, che la conoscenza della verità, lo scopo di ogni scienza, è un *processo naturale fisiologico* e che esso, come tutti gli altri, non si può affatto concepire separato dai suoi organi. Questi organi ci sono resi noti dai progressi fatti dalla biologia nell'ultimo mezzo secolo in una misura sufficiente a darci in generale una soddisfacente idea della natura della loro struttura e della loro funzione, sebbene poi per ciò che riguarda i particolari noi siamo ancora molto lungi dall'avere un completo concetto anatomico e fisiologico delle loro parti. Come più importante conquista dei nostri studi in questo campo poniamo il fermo convincimento che tutte le conoscenze furono in origine acquistate *a posteriori* e nascono dall'esperienza e che la sorgente di esse sono le percezioni dei nostri organi di senso. Come questi ultimi (organi psichici periferici) così anche il *fronema* (*organo psichico centrale*, o, come si suol dire, sede dell'anima) è soggetto alla *legge della sostanza*, e l'attività del fronema si deve ricondurre, tanto come quella degli organi dei sensi, a processi fisici e chimici della sostanza stessa.

Teoria dualistica della conoscenza. — In fondamentale contrasto colla nostra monistica teoria del conoscimento, la quale è fondata sull'esperienza, la dominante metafisica dualistica ritiene che le nostre conoscenze solo parzialmente sono empiriche, cioè acquistate *a posteriori* per mezzo dell'esperienza, che altra parte di esse è affatto indipendente e ci è accessibile *a priori* per l'originaria natura del nostro « spirito » immateriale. La potente autorità di Kant ha fatto prendere in grande considerazione questo concetto mistico e sopranaturale, ed ancora oggidì le dominanti scuole filosofiche si sforzano di procurare ad esso una durevole validità. Il « ritorno a Kant » viene stimato l'unico mezzo per salvare la filosofia, mentre un tal mezzo ce lo dà, secondo la nostra convinzione, « il ritorno alla natura ». In verità questo decantato ritorno a Kant ed alla sua duplice teoria della conoscenza, è diventato una sbagliata « marcia a ritroso » della filosofia. Pei nostri moderni metafisici il cervello è ancora, com'era 120 anni fa per Kant, una disgustosa poltiglia biancastra la cui importanza come « strumento dello spirito » rimane altamente problematica ed ignota. Invece per la nostra moderna biologia il cervello è la più grande meraviglia della natura, composta da innumerevoli « cellule psichiche » o neuroni; questi hanno una minuta struttura estremamente complicata, sono collegati da filamenti nervosi incrociantisi in mille guise, e formano così un grandioso « apparato psichico » capace dei più sublimi lavori della mente.

PRIMA TABELLA

Contrapposizione delle due vie per giungere alla conoscenza del vero.

Teoria monistica della conoscenza.	**Teoria dualistica della conoscenza.**
1. La conoscenza è un processo naturale, non un miracolo.	1. La conoscenza è un processo soprannaturale, un miracolo.
2. La conoscenza è, come processo naturale, sottoposta alla legge della sostanza.	2. La conoscenza è, come processo trascendentale, indipendente dalla legge della sostanza.
3. La conoscenza è un processo fisiologico il cui organo anatomico è il cervello.	3. La conoscenza non è un processo fisiologico, ma un processo puramente spirituale.
4. Quella parte del cervello umano nella quale esclusivamente si costituisce la conoscenza è un territorio materialmente limitato della corteccia del cervello anteriore, il fronema.	4. Quella parte del cervello umano che funge apparentemente da organo della conoscenza è in realtà solo l'istrumento con cui si esplica quel processo spirituale.
5. L'organo della conoscenza, o fronema, è costituito dai centri di associazione ed ha una speciale struttura istologica che lo distingue dai vicini centri sensori e motori della corteccia del cervello anteriore coi quali esso è unito da collegamenti e reciproci rapporti.	5. L'organo della conoscenza, o fronema (la somma dei centri di associazione), ha solo il significato di una parte dello strumento dello spirito, tanto come i finitimi e con esso associati centri sensori e motori.
6. Le numerose cellule che compongono il fronema — le cellule fronetali — sono gli organuli elementari del processo della conoscenza; sulle loro proprietà fisiche e chimiche normali riposa la possibilità della conoscenza.	6. Le numerose cellule fronetali, come parti elementari microscopiche del fronema, sono bensì strumenti indispensabili del processo della conoscenza, ma non i suoi reali fattori, sono solo più minuti costituenti dell'organo.
7. Il processo fisico della conoscenza consiste nel raggruppamento od associazione delle idee la cui sorgente primitiva sono le impressioni sensorie arrecate dai centri di senso.	7. Il processo metafisico della conoscenza consiste nel raggruppamento od associazione delle idee le quali solo parzialmente sono da ricondursi ad impressioni dei sensi, in parte invece a processi trascendenti.
8. Tutte le conoscenze sono dunque acquistate in origine per mezzo dell'esperienza; in parte direttamente (esperienza immediata, osservazione ed esperimento di ciò che è presente), in parte indirettamente (le esperienze storiche, mediatamente trasmesse, del passato). Tutte le conoscenze (anche le matematiche) sono originalmente empiriche, acquisite *a posteriori*.	8. Le conoscenze si dividono dunque in due classi: le empiriche, *a posteriori*, acquisite mediante l'esperienza, e le trascendenti, *a priori*, indipendenti da qualunque esperienza. A queste ultime appartiene soprattutto la matematica, le cui proposizioni per la loro assoluta sicurezza si distinguono dalle verità empiriche. Alle conoscenze *a priori* spetta il primo posto.

SECONDO CAPITOLO

VITA

Organismi ed anorgani. — Cellule e cristalli.
Forza vitale ed energia. — Vitalismo e meccanismo.

« Giammai si potrà avere per la fisiologia un altro principio esplicativo dei fenomeni che quelli che valgono in fisica e in chimica per la natura inanimata. L'ipotesi di una speciale *forza vitale* sotto qualsiasi forma è non solo *superflua* ma *inammissibile* ».

MAX VERWORN (1894).

« Fin d'ora si può dire che il considerare la *cellula* una *macchina* lavorante con mezzi chimici e fisici non conduce mai a problemi che facciano apparire indispensabile l'ammettere altre forze diverse da quelle note, e che, per quanto si può vedere, non c'è nessuna ragione di abbandonarci a quella rassegnazione che si estrinseca ora in un « Ignorabimus » ora in conclusioni vitalistiche ».

FRANZ HOFMEISTER (1901).

SOMMARIO DEL CAPITOLO SECONDO

Concetto della vita. — Paragone colla fiamma. — Organismo ed organizzazione. — Teoria meccanica della vita. — Organismi senza organi: Monere. — Organizzazione e vita delle cromacee. — Gradi dell'organizzazione. — Organismi composti. — Organismi simbolici. — Combinazioni organiche. — Organismi ed anorgani comparati riguardo alla materia, forma e funzione. — Cristalloidi e sostanze colloidali. — Vita dei cristalli. — Accrescimento dei cristalli. — Soglia di accrescimento. — Ricambio materiale. — Catalisi. — Fermentazione. — Biogeni. — Forza vitale. — Vecchio e nuovo vitalismo. — Paleovitalismo. — Antivitalismo. — Neovitalismo.

BIBLIOGRAFIA

Johannes Müller, 1833. *Handbuch der Physiologie des Menschen*, 2 vol., 4ª ediz., 1844. Coblenza. (Manuale della fisiologia dell'uomo).

Rudolf Virchow, 1849. *Die Einheitsbestrebungen in der wissenschaftlichen Medicin. Gesammelte Abhandlungen*, 1856. Francoforte. (Le tendenze all'unità nella medicina scientifica).

Karl Ludwig, 1852. *Lehrbuch des Physiologie des Menschen*. Heidelberg. (Trattato di fisiologia umana).

Ernst Haeckel, 1866. *Organismen und Anorgane*. 5º capitolo della *Generelle Morphologie*, vol. I, pag. 109, 166. Berlin. (Organismi ed anorgani).

Max Verworn, 1894. *Allgemeine Physiologie. Ein Grundriss der Lehre vom Leben*, 4ª ediz., 1903. Jena. (Fisiologia generale).

A. Bunge, 1889. *Lehrbuch der physiologischen Chemie und pathologischen Chemie*, 2ª ediz. Lipsia. (Trattato di chimica fisiologica e chimica patologica).

Mario Pilo, 1885. *La vita dei cristalli. Prime linee per una futura biologia minerale*. Torino.

Johannes Reinke, 1899. *Die Welt als That*. Berlino. (L'universo come fatto).

Idem, 1901. *Einleitung in die theoretische Biologie*. (Introduzione alla biologia teoretica).

Oscar Hertwig, 1900. *Die Entwickelung der Biologie im neunzehnten Jahrhundert*. Jena. (Lo sviluppo della biologia nel secolo decimonono).

Louis Bourdeau, 1901. *Le problème de la vie. Essai de sociologie générale*. Parigi.

Otto Bütschli, 1901. *Mechanismus und Vitalismus*. Lipsia. (Meccanismo e vitalismo).

Franz Hofmeister, 1901. *Die chemische Organisation der Zelle*. Braunschweig. (L'organizzazione chimica della cellula).

Wilhelm Ostwald, 1902. *Naturphilosophie*. Lipsia. (Filosofia naturale).

Robert Tigerstedt, 1902, *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*, 2 vol. Lipsia. (Trattato di fisiologia umana).

Richard Neumeister, 1903. *Betrachtungen über das Wesen der Lebenserscheinungen*. Jena. (Considerazioni sopra l'essenza dei fenomeni vitali).

Leopold Besser, 1903. *Unser Leben im Lichte der Wissenschaft*. Bonn. (La nostra vita secondo la scienza).

Max Kassowitz, 1899-1904. *Allgemeine Biologie*, 3 vol. Vienna. (Biologia generale).

Concetto della vita. — Proponendoci in questo libro di considerare criticamente le « meraviglie della vita » e di ricercare la verità intorno ad esse, noi dobbiamo dapprima farci una chiara idea del concetto di *vita* e di quello di « meraviglia ». Da millennii l'uomo conosce la differenza fra vita e morte, fra corpi naturali viventi ed inanimati; i primi vengono chiamati « esseri viventi od *organismi* », gli ultimi « corpi inorganici o brevemente *anorgani* ». La scienza che si occupa del conoscere gli organismi, la chiamiamo *Biologia* (nel più ampio senso), la scienza che si occupa dei corpi inanimati od inorganici si può chiamare per contrapposto *Abiologia*, *Abiotica* od *Anorgica*. La più vistosa differenza fra queste due grandi serie consiste in ciò che gli organismi mostrano particolari *movimenti* apparentemente spontanei e ripetentisi periodicamente, i quali sembrano mancare agli anorgani (minerali). Perciò la vita stessa viene considerata come una peculiare forma di movimento; moderne ricerche hanno mostrato che questo peculiare movimento è sempre legato ad una speciale sostanza chimica, il *plasma*, e consiste essenzialmente in un *ricambio di materia* entro di esso. In pari tempo poi la moderna scienza della natura ci ha dimostrato che quella netta distinzione che prima si ammetteva fra *organismi* ed *anorgani* non si può più mantenere, che piuttosto le due serie nelle infime forme sono indissolubilmente collegate.

Vita e fiamma. — Fra tutti i fenomeni della natura inorganica che si possono paragonare al processo organico della vita, nessuno è a questo tanto simile esternamente e tanto affine intimamente quanto la *fiamma*. Questo significantissimo ed importante paragone fu già stabilito 2400 anni fa da uno dei più grandi fra i geniali filosofi naturali della scuola jonica, da Eraclito da Efeso, quel grande pensatore che primo espresse il pensiero fondamentale della teoria della evoluzione con queste due parole: « Panta rhei » (tutto scorre); tutto l'universo è in continuo flusso. Eraclito riconobbe acutamente come

la vita sia « fuoco », cioè un particolare processo di combustione, e perciò paragonò la vita ad una *fiaccola*.

Recentemente Max Verworn nella sua ottima *Fisiologia generale*, ha fatto specialmente notare la giustezza di questo paragone e lo ha illustrato partitamente comparando la forma vitale individuale colla nota farfalla di una fiamma a gas. A tal riguardo egli dice specialmente quanto segue: « Il paragone del fenomeno vitale con una fiamma è adatto a darci un'idea particolarmente chiara del rapporto che c'è fra la costituzione d'una forma ed il ricambio materiale. La figura a farfalla di una fiamma a gas ha un caratteristico differenziamento di forma. Alla base, immediatamente sopra alla fessura del becco, regna ancora completa oscurità, viene poi una zona azzurra di debole luminosità e al disopra di questa si eleva la superficie risplendente, espansa ai lati come le ali di una farfalla. Questa peculiare forma della fiamma coi suoi caratteristici differenziamenti, la quale rimane costante finchè noi non alteriamo la posizione del becco e le circostanze ambienti, dipende unicamente da ciò che nelle singole regioni della fiamma v'è un determinato aggruppamento delle molecole del gas illuminante e delle molecole di ossigeno, sebbene le molecole stesse si cambino continuamente. Alla base della fiamma le molecole di gas illuminante sono ancora così fitte che non dànno passaggio all'ossigeno necessario alla combustione, perciò qui regna ancora l'oscurità. Nella zona azzurrognola alcune molecole d'ossigeno si sono già unite alle molecole di gas illuminante; perciò vi ha qui un incerto lucore. Nella grande espansione della fiamma le molecole di gas illuminante stanno invece in tale rapporto numerico colle molecole di ossigeno che ha luogo una vivace combustione. Ma il ricambio materiale che avviene nella fiamma fra il gas che affluisce e l'aria circostante è così regolato che nello stesso punto seguitano ad incontrarsi sempre le stesse molecole nello stesso numero. Per conseguenza noi otteniamo sempre la stessa forma di fiamma coi suoi differenziamenti. Ma cambiamo ora la corrente materiale col lasciare uscire meno gas illuminante, ecco che si cambia anche la forma della fiamma perchè oramai la posizione reciproca delle molecole di gas illuminante e di ossigeno rimane alterata. In tal modo considerando la forma di una fiammella di gas noi ritroviamo sin nei minuti particolari quelle stesse condizioni che noi abbiamo visto determinare la forma della cellula ». Tanto più si deve rilevare la perfetta esattezza che ha in senso strettamente scientifico questo paragone, in quanto che già da gran tempo tanto nella poesia come dalla bocca del popolo si usa parlare della « fiamma vitale ».

Organismo. — Nel senso in cui la scienza intende per solito la parola *organismo* e nel quale anche qui la applichiamo, questo concetto è identico con quello di « essere o corpo naturale vivente ». Il suo contrapposto è, nel più ampio senso, l'*anorgano*, il « corpo naturale inanimato od anorgico ». Il concetto di organismo è dunque, in questo senso, fisiologico e viene essenzialmente determinato dalla attività vitale visibile del corpo, dal ricambio, dalla nutrizione e dalla riproduzione.

Ora se studiamo la struttura del corpo nella gran maggioranza degli organismi noi troviamo che questo corpo risulta di parti diverse e che queste sono unite insieme in modo adatto per raggiungere lo

scopo della vita. Queste parti del corpo noi le chiamiamo *organi* e chiamiamo *organizzazione* il modo con cui esse sono connesse apparentemente secondo un piano determinato. Sotto questo rapporto noi paragoniamo l'organismo ad una macchina, nella quale l'uomo abbia parimente messe insieme acconciamente parti diverse (ma inanimate), però secondo un disegno determinato e preconcetto, dovuto alla sua ragione od intelligenza.

Teoria meccanica della vita. — Il consueto paragone dell'*organismo* con una *macchina* ha condotto a molti e gravi errori riguardo al modo di comprendere l'organismo stesso e soprattutto è divenuto ultimamente la pietra angolare di falsi principii dualistici. La moderna « teoria meccanica della vita » che ha una simile base presuppone per l'origine dell'organismo un « disegno ragionato » ed un « ingegnere meccanico » che costruisca in modo adatto allo scopo precisamente come fa l'« uomo ragionevole » per la funzione e la messa in opera delle sue macchine. Gode allora speciale predilezione il paragone dell'organismo con un orologio o con una locomotiva. Per il regolare andamento di uno di questi complicati meccanismi è necessario l'esatto computo del modo complessivo di agire delle singole parti ed il minimo guasto ad una rotella basta per impedire all'orologio di camminare. Questo paragone fu soprattutto cavato fuori da Luigi Agassiz (1858) il quale in ciascuna specie di animale o di pianta vede « l'incarnazione di un pensiero creativo di Dio » (*). Ultimamente esso fu soprattutto applicato da Reinke per appoggiare il suo teosofico dualismo; egli ama designare « Dio » o l'« anima dell'universo » col nome di *intelligenza cosmica*, ma a questo essere mistico immateriale attribuisce quelle stesse proprietà che vengono attribuite al « buon Dio, creatore del cielo e della terra » nell'insegnamento elementare e nelle ornate prediche. L'intelligenza umana che viene impiegata dall'orologiaio a compiere il complicato meccanismo dell'orologio viene paragonata da Reinke coll'« intelligenza cosmica » impiegata dal Creatore nella fabbricazione dell'organismo, e Reinke rileva specialmente come sia impossibile far derivare l'acconcia organizzazione di questo dalle sue proprietà materiali.

In tal modo egli dimentica affatto la grandiosa differenza che è nella « materia prima » di questi due corpi. Gli « organi » dell'orologio sono parti metalliche che adempiono al loro scopo unicamente in virtù delle loro proprietà fisiche (durezza, elasticità, ecc.). Gli « organi » dell'organismo vivente compiono invece il loro lavoro soprattutto in

(*) Cfr. confe·e a IV della « Storia della creazione naturale ».

virtù della loro composizione chimica; il loro molle corpo plasmatico è un laboratorio chimico, la cui complicatissima struttura molecolare è il prodotto storico di innumerevoli complicati processi di eredità ed adattamento. Quest'invisibile ed ipotetica struttura molecolare non deve però, come pure spesso avviene, essere scambiata colla visibile e reale struttura microscopica del plasma, la quale ha tanta importanza per la questione dell'organizzazione. Se anche per quell'importantissima struttura molecolare di una semplice sostanza chimica si vuole ammettere un piano prestabilito di costruzione e, come causa di questo, una « forza naturale intelligente » (una « dominante ») allora ciò si deve ammettere in pari modo per la polvere da schioppo, nella quale le molecole di carbone di legna, di zolfo e di salnitro sono acconciamente riunite per determinare un'esplosione. Tuttavia è noto che la polvere da schioppo non è dovuta ad un disegno premeditato, ma fu trovata casualmente in un esperimento. Tutta la prediletta « teoria meccanica della vita » e le vaste conclusioni dualistiche fondate su di essa cadono da sè quando noi le vogliamo applicare ai più semplici organismi che ci siano noti, alle monere; poichè queste sono in verità « organismi senza organi » e senza organizzazione.

Organismi senza organi. — Nella mia Morfologia generale (1866) io ho tentato di richiamare l'attenzione dei biologi su quei semplicissimi ed infimi organismi in cui non possiam riconoscere nè una *organizzazione* visibile, nè la presenza di *organi* diversi; io proposi allora di comprendere questi esseri sotto la denominazione di *Monere* (vol. I, pag. 135; vol. II, pag. XXII). D'allora in poi quanto più io ho meditato su questi viventi senza struttura (cellule senza nucleo), tanto più grande mi è parsa l'importanza che spetta ad essi nelle più gravi questioni della biologia, nel problema della generazione primordiale, dell'essenza della vita, ecc. Strano a dirsi, questi antichissimi esseri primordiali vengono anche oggidì dal più dei biologi o ignorati o messi da parte. O. Hertwig nel suo volume di 300 pagine sopra le cellule ed i tessuti non dedica ad essi che una pagina sola; egli mette in dubbio l'esistenza di « cellule senza nucleo »; Reinke, che pur dimostrò essere cellule anucleate taluni batteri (*Beggiatoa*) non insiste affatto sulla loro generale importanza. Bütschli, che condivide il mio concetto monistico della vita, e che ha addotto in favore di esso preziose prove colle sue profonde ricerche sulle strutture plasmatiche e sulla loro produzione artificiale per mezzo di schiume di sapone, crede, come molti altri autori, che sia indispensabile ammettere che anche i più semplici organismi elementari siano composti di nucleo cellulare e di protoplasma (organi primitivi della cellula). Questi ed

altri autori sono d'avviso che nelle *Monere* da me descritte, il nucleo rinchiuso nel protoplasma sia solo sfuggito all'esame. Ciò può essere vero per una *parte* di esse; ma l'*altra* parte, nella quale il nucleo manca certamente essi la passano sotto silenzio. A questa appartengono anzitutto le notevoli *cromacee* (ficocromacee e cianoficee), specialmente le più semplici forme di esse, le *croococcacee* (Chroococcus, Aphanocapsa, Gloeocapsa, ecc.). Queste monere plasmodome, che stanno veramente sul limite fra il mondo organico e l'inorganico, non sono affatto organismi rari o di difficile studio, ma sono sparse dovunque e facili ad osservare; esse vengono però di proposito ignorate, perchè esse non vanno d'accordo col dominante *dogma cellulare*.

Organizzazione delle cromacee. — Fra tutte le monere da me citate sono le *cromacee* quelle cui do la massima importanza, perchè io le tengo per i più antichi e primitivi di tutti gli organismi tuttora viventi e a noi noti. Soprattutto le loro forme più semplici rispondono praticamente a tutti i requisiti che una biologia monistica deve pretendere teoricamente dagli « intermediari fra i corpi naturali organici e gli inorganici ». Fra le croococcacee i chroococcus, le gloeocapsa, ecc., sono sparsi per tutto il mondo; essi formano pellicole sottili per solito d'un verde azzurrognolo oppure rivestimenti gelatinosi sulle umide roccie, pietre, corteccie, ecc. Se si esamina accuratamente con forti ingrandimenti un piccolo pezzettino di tali membrane gelatinose non si trova altro che migliaia di sfericciuole plasmatiche azzurro-verdognole che sono sparse senz'ordine nella comune massa gelatinosa, priva di struttura, secreta da esse stesse. In alcune specie si può riconoscere una sottile membrana senza struttura quale invoglio esterno dell'omogenea sfera di plasma; l'origine di essa si spiega in modo puramente fisico per mezzo dell'*energia superficiale* (come lo strato superficiale più saldo delle goccie di pioggia o delle sfere d'olio natanti nell'acqua). Altre specie secernono invogli gelatinosi omogenei stratificati (processo puramente chimico). In alcune cromacee la sostanza colorante azzurro-verdognola (ficociano) è deposta nello strato corticale della sfera plasmatica, mentre lo strato midollare è incolore (rappresentando un cosidetto « corpo centrale »). Frattanto quest'ultimo non è affatto un vero *nucleo cellulare* chimicamente distinto e morfologicamente separato, un tal nucleo *manca totalmente*. Tutta l'attività vitale di questi semplici, immobili sfere plasmatiche si limita al loro *ricambio materiale* (*Plasmodomia*, capit. 10°) ed all'accrescimento che è ad esso collegato; quando quest'ultimo oltrepassa un certo limite, la sfera omogenea si scinde in due metà (come fa cadendo una sferula di mercurio). Tale semplicissima forma di *riproduzione* hanno in comune le cromacee (e gli affini batteri) colle *cromatelle* o *cromatofore*, i verdi granuli di clorofilla che stanno nell'interno delle comuni cellule vegetali; queste però non sono che *parti* di una cellula. Giudicando senza preconcetti non si possono dunque paragonare affatto questi granuli di plasma viventi indipendentemente con vere cellule (*nucleate*), essi si devono invece contrapporre a queste ultime riunendoli sotto il concetto di *citodi*. Qualsiasi osservatore imparziale si può convincere di questi *fatti* anatomici e fisiologici, esaminando le comunissime cromacee. L'organismo delle più semplici cromacee non è invero altro che un amorfo granulo sferico di plasma; non si può affatto constatare che esso sia composto di diversi organi (od organuli), che insieme cooperino ad un determinato scopo vitale. Del resto una simile composizione qui

non avrebbe senso poichè l'unico scopo vitale di queste amorfe sfere di plasma è la propria conservazione. Questa viene raggiunta nel modo più semplice: per l'*individuo* per mezzo del ricambio materiale, processo puramente chimico, e per la *specie* mediante la divisione, che è la più semplice forma immaginabile di riproduzione.

Ma in molti protisti unicellulari superiori e in molte cellule dei tessuti di animali e vegetali superiori (per es. nelle cellule nervose) i moderni istologi hanno constatato l'esistenza di una grande complicazione nella minuta struttura; da ciò essi traggono l'ingiustificata conclusione che una tale struttura esista in modo generale. Noi siamo convinti che questa *complicazione* di struttura dell'organismo elementare sia sempre da considerarsi come un fenomeno *secondario*, come la conseguenza lentamente originatasi di innumerevoli processi filogenetici di differenziamento acquisiti per « adattamento » e poi trasmessi per « eredità » ai discendenti. I più antichi progenitori di queste complicate cellule nucleate erano in via *primaria* semplici citodi anucleati, quali sono tuttora le sparsissime *monere*. (Maggiori particolari a questo riguardo si ritrovano nei capitoli 9 e 15).

Questa mancanza di una struttura istologica visibile nel corpo plasmatico anucleato delle monere non esclude naturalmente che esse abbiano un'invisibile struttura molecolare; al contrario una tale struttura noi la dobbiamo ipoteticamente ammettere, come per *tutte* le combinazioni albuminoidi e specialmente per tutti i corpi plasmatici. Ma tale complicata struttura *chimica* l'hanno pure molti corpi naturali inanimati ed alcuni di questi hanno persino un *ricambio materiale* il quale è affatto simile a quello dei più semplici organismi; torneremo su questo punto a proposito della *catalisi*. In ultima analisi non v'è poi altro che la speciale forma di questo *ricambio*, la *plasmodomia* od *assimilazione del carbonio*, che distingue le semplicissime cromacee dai catalisatori inorganici. Il fatto che quelle assumano la forma sferica non può valere come un segno di un processo vitale morfologico poichè anche le goccie di mercurio ed inorganiche goccie di liquido assumono questa stessa semplicissima forma fondamentale quando la loro omogenea sostanza in certe condizioni si individualizza. Una goccia d'olio che cada in un liquido non miscibile dello stesso peso specifico (per es. in una miscela di acqua ed alcool) si arrotonda subito a sfera. Invece gli anorgani solidi assumono per solito la forma di cristallo. Non rimane dunque come carattere della più semplice forma nota di organismo, delle sfere plasmatiche delle monere, nè una struttura anatomica, nè una forma determinata, ma unicamente la funzione fisiologica della *plasmodomia*, cioè un processo *chimico* sintetico.

Gradi dell'organizzazione. — La differenza fra le monere sopra descritte e qualsiasi organismo più elevato, secondo me, è sotto ogni rapporto più grande che la differenza fra le organiche monere e gli anorgici cristalli. Anzi in via di principio si deve persino ritenere maggiore la differenza fra le anucleate monere (citodi) e le vere cellule nucleate. Infatti anche nelle più semplici fra le vere cellule noi troviamo già contrapposti due diversi organuli od « organi cellulari », l'interno nucleo cellulare e l'esterno corpo della cellula; al *carioplasma* del primo spetta la funzione della riproduzione e dell'eredità; al *citoplasma* del secondo la funzione del ricambio, della nutrizione e dell' adattamento.

Qui dunque ci si presenta già il primo e più antico processo di divisione di lavoro entro al semplice organismo elementare. Negli unicellulari *protisti* l'organizzazione tanto più si eleva quanto più progredisce il differenziamento fra i singoli elementi della cellula; negli *istoni* (formanti tessuti) essa si eleva tanto più quanto maggiore diventa l'ergonomia degli organi che li compongono. L'adatta costruzione di essi fu spiegata da Darwin in modo puramente meccanico per mezzo della sua teoria della selezione.

Organismi composti. — Per chi voglia rettamente comprendere l'organizzazione dal punto di vista monistico, ha grande importanza il distinguere i diversi gradi di complicazione che l'*individualità* dell'organismo può presentare; poichè su questa questione regnano ancora molte oscurità e contraddizioni, noi la tratteremo a fondo in un capitolo speciale (7°). Qui basti notare che gli esseri viventi unicellulari (*protisti*) sono tanto morfologicamente che fisiologicamente organismi *semplici*. Tale non è invece il caso degli *istoni*, gli animali e vegetali formanti tessuti, essi sono semplici solo fisiologicamente, morfologicamente essi sono *composti* di numerose cellule le quali formano diversi tessuti. Questi *individui istonali* sono nel regno vegetale chiamati germogli, nel regno animale *persone*. A un grado ancora più elevato di organizzazione nasce la *colonia* (*cormus*) che è a sua volta composta di molti germogli o persone, tali sono un albero oppure un polipaio. Mentre nelle colonie animali fisse gli individui sociali sono direttamente e corporalmente connessi ed hanno comune la nutrizione, nelle comunità sociali degli animali superiori il legame ideale della comunanza di interessi collega le persone liberamente mobili; così è degli sciami di api, delle società di formiche, delle mandre di mammiferi, ecc. Queste « libera comunità » vengono anche spesso chiamate « stati animali », esse sono come gli stati umani « organismi di ordine supremo ».

Organismi simbolici. — Per evitare malintesi, il concetto di organismo non dovrebbe essere inteso che nel senso in cui l'intendono il più dei biologi, cioè dovrebbe solo designare l'*essere vivente individuale* il cui substrato materiale è il *plasma* o « sostanza vivente » cioè una combinazione azotata del carbonio in istato d'aggregazione semifluido. A molti malintesi conduce invece il chiamare organismi anche le *singole funzioni* od attività vitali, come si fa spesso, per es., per la psiche e per il linguaggio. Colla stessa ragione si potrebbe allora chiamare organismo il vedere o il correre. Così pure si dovrebbe evitare nelle pubblicazioni scientifiche di chiamare organismi anche dei corpi naturali inorganici o gruppi di essi, come, per es., il mare o la terra intiera.

Una tale designazione, che posa su un paragone puramente *simbolico*, può invece essere benissimo usata in poesia. Così si può poeticamente nobilitare il moto ritmico delle onde chiamandolo il respiro del mare, ed il suo brontolio può essere la sua voce. Parecchi filosofi naturali (per esempio Fechner), considerano tutta quanta la terra con tutti i suoi elementi organici ed inorganici come un organismo gigante i cui innumerevoli organi siano stati acconciamente composti in un armonico insieme dalla intelligenza cosmica (o Dio). In simile guisa il fisiologo Preyer considera gli incandescenti corpi celesti come « giganteschi organismi di fuoco il cui respiro è forse rovente vapore di ferro, il sangue è metallo fuso e la nutrizione sono forse le meteoriti ». Quanto sia pericoloso e traviante un simile uso poetico del concetto simbolico di organismo, lo si vede appunto da questo esempio, poichè su esso il Preyer ha edificato una ipotesi affatto insostenibile circa la generazione primordiale (cfr. capit. 15°).

Combinazioni organiche. — In senso più ampio già da lungo tempo si usa in chimica il concetto di *organico* come contrapposto ad *inorganico*. In chimica si intende in modo generale per *chimica organica* la chimica dei *composti del carbonio* e ciò per la ragione che il carbonio si distingue da tutti gli altri elementi (son circa 70) per proprietà importantissime; fra queste è da citare anzitutto il potere di combinarsi in modi infinitamente diversi e variabili con altri elementi, e, soprattutto, in unione coll'ossigeno, idrogeno, azoto e solfo, di dare origine ai complicatissimi corpi albuminoidi, ecc. (« Problemi », cap. 14°). Perciò il *carbonio* è in massimo grado l'*elemento biogeno*, come ho dichiarato nella mia *teoria del carbogeno* (1866); lo si può chiamare il « creatore del mondo organico ». Nell'organismo tali combinazioni organogene appaiono dapprima non *organizzate*, cioè non sono ancora distribuite in ordine ad un dato scopo in diversi organi; una tale

« organizzazione » appare poi solo come una conseguenza del processo vitale, non come sua « causa prima ».

Organismi ed anorgani. — Che l'esser convinti della *unità essenziale della natura*, del *monismo fondamentale del cosmo* sia di massima importanza per tutto il nostro modo di concepire l'universo, cercai già di mostrare nel 14° capitolo dei « Problemi » e più estesamente nella 15ª Conferenza della « Storia della Creazione naturale ». Avevo già data una dimostrazione molto approfondita di questo « monismo cosmico » nel 1866; nel 5° capitolo della « Morfologia generale » (vol. 1°, pag. 109, 166) io avevo studiato criticamente sotto tutti gli aspetti il *rapporto fra gli organismi e gli anorgani*, esaminando comparativamente da una parte le loro differenze, dall'altra le loro concordanze riguardo alla materia, alla forma ed alle energie. Più tardi il Naegeli (1884) nella sua acuta *Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre* (Teoria meccanico-fisiologica della discendenza) si dichiarò nello stesso senso in favore dell'unità di tutta la natura. Lo stesso fece recentissimamente Guglielmo Ostwald nella sua « Filosofia naturale », dal punto di vista monistico della sua *energetica*, ciò specialmente nella 16ª Conferenza; senza conoscere le mie anteriori vedute egli ha comparato imparzialmente e nella stessa guisa i caratteri fisiochimici dei corpi naturali organici ed inorganici adducendo in parte gli stessi esempi tratti dall'istruttivo campo della cristallizzazione; egli è giunto agli stessi risultati monistici cui ero giunto io 30 anni prima. Poichè il più dei biologi persiste a voler ignorare questi risultati e poichè soprattutto il moderno *vitalismo* passa sotto silenzio queste considerazioni che per esso sono esiziali, voglio qui ancora una volta riassumere brevemente i loro più importanti risultati relativi alla materia, alle forme ed alle energie dei corpi naturali.

Materie organiche ed anorgiche. — L'analisi chimica dimostra che negli organismi non ci sono affatto altri elementi che negli anorgani. Il numero delle sostanze fondamentali indecomponibili che noi possiamo distinguere arriva, secondo le più moderne (se pure non ancor certissime) ricerche, a 70-80; fra esse però occorrono costantemente negli organismi solo quei cinque elementi organogeni che compongono il plasma: carbonio, ossigeno, idrogeno, azoto e solfo. A questi si aggiungono per lo più (ma non sempre) cinque altre sostanze fondamentali: fosforo, potassio, calcio, magnesio e ferro. Possono però entrare eventualmente nella composizione dei corpi organici ancora altri elementi. Tuttavia *non vi è un solo elemento biologico*, nessuna sostanza fondamentale dell'organismo che non si ritrovi anche

nella natura inorganica. Perciò gli speciali caratteri che distinguono il primo da questa non possono dipendere che dallo speciale modo di aggruppamento degli elementi. Ora qui è in prima linea il *carbonio*, l'« *elemento organogeno principale* » quello che per le sue particolari affinità contrae le più molteplici e complicate unioni cogli altri elementi e genera le più importanti sostanze, le *albumine* ed alla loro testa il vivente plasma (capit. 6°).

Sostanze cristalloidi e colloidi. — Condizione indispensabile per quel ricambio naturale che noi chiamiamo « vita » è il processo fisico dell'*osmosi*, il quale dipende dal variabile contenuto acquoso della sostanza vivente e dal suo potere di diffusione. Il plasma che si trova in uno stato d'aggregazione semiliquido od imbibito, può (per *endosmosi*) assorbire dall'esterno sostanze disciolte e viceversa (per *esosmosi*) riversarle all'esterno. Questa facoltà di imbeversi (*l'energia di imbibizione*) che ha il plasma è legata col carattere colloidale delle combinazioni albuminoidi. Come mostrò Graham, tutte le sostanze sciolte si possono dividere, riguardo alla loro diosmosi, in due gruppi: *cristalloidi* e *colloidi*. I *cristalloidi* (per es.: il sale e lo zuccaro disciolti) attraversano un tramezzo poroso nell'acqua molto più facilmente che non i *colloidi* (per es., albumina, colla, gomma, zuccaro candito). Perciò è facile per mezzo della *dialisi* separare due corpi dei due gruppi i quali siano in una soluzione comune. Si usa come dializzatore un vaso piatto le cui pareti siano di cauciù indurito e il cui fondo sia di pergamena. Se si fa galleggiare un tal vaso in un altro maggiore contenente molta acqua e si versa nel vaso superiore una soluzione mista di gomma e zuccaro, dopo qualche tempo quasi tutto lo zuccaro trapassa attraverso la pergamena nell'acqua mentre nel dializzatore resta una soluzione di gomma quasi pura. Simili processi di diffusione od *osmosi* hanno la massima importanza nella vita di tutti gli organismi; essi però non sono proprii alla sostanza vivente più che nol siano lo stato molle od imbibito di aggregazione. Inoltre una stessa sostanza, tanto nella natura organica che nell'inorganica, può presentarsi nei due stati, cristalloide e colloide. L'*albumina* che è per solito colloide, in molte cellule vegetali (per es., nei granuli d'aleurona dell'endosperma) forma cristalli esagonali, in molte cellule animali (per es., nei globuli del sangue dei mammiferi) forma cristalli tetraedrici di emoglobina; questi cristalli d'albumina si distinguono pel fatto che essi assorbendo acqua possono rigonfiarsi notevolmente senza mutare la loro figura. Dall'altro lato un corpo minerale, l'*acido silicico* che si presenta, come quarzo, in moltissime (più di 160) diverse forme cristalline, in certe circostanze può (quale acido

metasilicico) diventare colloide e formare masse gelatinose come colla. Questo fatto è tanto più interessante, inquantochè il *silicio* (od elemento della silice) si comporta spesso in modo simile al carbonio, è quadrivalente come questo e dà luogo a composti affatto analoghi. Il silicio amorfo (non cristallino), che è una polvere bruna, sta ai cristalli di silice neri con lucentezza metallica come il carbonio amorfo sta ai cristalli di grafite. Anche altre sostanze possono in diverse condizioni apparire ora cristalloidi ora colloidali. Perciò per quanto possa apparire importante la struttura colloidale per il plasma, per il ricambio materiale del plasma, pure essa non può tenersi quale carattere distintivo della « sostanza vivente ».

Forme organiche ed anorgiche. — Come non si può sotto il rapporto chimico, così non si può sotto il rapporto morfologico stabilire una profonda differenza fra *organismi* ed *anorgani*. Anche qui sono le importanti *monere* che formano il ponte di passaggio fra le due serie naturali. Ciò vale tanto per l'interna struttura quanto per l'aspetto esterno dei due gruppi di corpi, tanto per la loro *individualità* (7° capit.) quanto per la loro forma fondamentale (8° capit.). Gli anorgici *cristalli* corrispondono morfologicamente alle forme semplici (anucleate) delle *cellule* organiche. Per vero la grande maggioranza degli organismi appaiono spiccatamente diversi dai corpi naturali anorgici già pel fatto che essi sono composti di molte parti diverse che, quali « organi », cooperano allo scopo vitale del tutto. Ma realmente nelle *monere* una simile *organizzazione* non si ha ancora. Nel caso più semplice (*cromacee, batteri*) esse sono individui plasmatici amorfi, sferici, discoidi o bacillari i quali esercitano la loro speciale funzione vitale (puro accrescimento e scissione) unicamente in grazia della loro costituzione chimica (cioè della loro invisibile struttura molecolare).

Il paragone delle *cellule* coi *cristalli* venne già fatto fin dal 1838 dai fondatori della teoria cellulare: Schleiden e Schwann; esso fu spesso ripreso dai moderni citologi e non è esatto in ogni punto; cionondimeno esso è molto importante perchè il cristallo è la più perfetta forma dell'*individualità* anorgica, perchè esso possiede una determinata struttura intima ed una determinata forma esteriore e perchè esso raggiunge quest'ultima mediante un regolare accrescimento. La forma esterna dei cristalli è poliedrica ed è limitata da faccie piane che si tagliano sotto angoli determinati. Però la stessa forma possiedono anche gli scheletri di vari protisti, soprattutto delle *diatomee* e *radiolarie;* i loro regolari gusci silicei si prestano ad essere così matematicamente determinati come gli anorgici cristalli. Formazioni

intermedie fra i prodotti organici del plasma ed i cristalli anorgici sono pure i *biocristalli* che nascono dall'attività plastica riunita del plasma e della sostanza minerale, per es., gli scheletri cristallini silicei o calcarei di molti spongiari, coralli, ecc. Dalla regolare riunione di molti cristalli nascono infiniti complessi *aggregati cristallini* che si possono paragonare ai *cenobii* dei protisti come, per es., i dendritici fiorami di ghiaccio contro alle gelide impannate. Alla regolare forma esterna dei cristalli corrisponde anche una *struttura interna* determinata che si manifesta nella loro sfaldabilità, nella struttura lamellare, nella polarità degli assi, ecc.

Vita dei cristalli. — Se non si limita il concetto di vita agli organismi propriamente detti considerandola come funzione del plasma, allora si può in largo senso parlare anche di una vita dei cristalli. Questa si manifesta soprattutto nel loro *accrescimento* in questa funzione che già Baer considerava come il più importante carattere di ogni sviluppo individuale. Quando si forma un cristallo in un'acqua madre ciò avviene per l'attrazione in massa di particelle simili; se in una soluzione mista e satura si trovano disciolte due diverse sostanze A e B e si mette in questa miscela un cristallo di A, allora cristallizza solo A e non B; viceversa se si mette un cristallo di B, allora A rimane in soluzione e solo B prende la solida forma cristallina. Questa scelta la si può in un certo senso chiamare *assimilazione*. In parecchi cristalli si pùò persino riconoscere un interno rapporto reciproco fra le parti; se da un cristallo in formazione si taglia via un angolo, l'angolo opposto si forma imperfettamente. Veramente sussiste un'importante differenza fra l'accrescimento dei cristalli e quello delle monere, perchè i primi nascono semplicemente per *apposizione*, per il depositarsi di una sostanza solida sulla superficie esterna; le monere crescono invece, come tutte le cellule, per *intussuscezione*, mediante introduzione di nuova sostanza nell'interno. Ma questa differenza si spiega facilmente col diverso stato d'aggregazione che nel cristallo è solido, nel plasma semifluido od imbibito. Del resto questa differenza non è assoluta, vi sono passaggi fra apposizione ed intussuscezione. Una sfera colloidale sospesa in una soluzione salina nella quale essa non si sciolga può crescere per intussuscezione.

Sensibilità e movimento. — Si credettero un dì unicamente proprii degli animali mentre ora essi vengono generalmente ammessi in ogni sostanza vivente. Però essi non mancano nemmeno ai cristalli, poichè nella cristallizzazione stessa le molecole si muovono in direzione

affatto determinata e si adattano le une alle altre secondo leggi fisse; perciò esse devono anche avere una sensibilità, perchè altrimenti l'attrazione di massa delle particelle simili non potrebbe aver luogo. Come in ogni processo chimico così anche nella formazione dei cristalli si hanno processi di movimento i quali non si possono spiegare senza una sensibilità (incosciente, s'intende). Anche per questo rispetto l'accrescimento di tutti i corpi naturali riposa sulle stesse leggi (cfr. capit. 13° e 15°).

Accrescimento dei cristalli. — L'accrescimento di un cristallo, come quello di una monera o di una cellula, ha i suoi limiti definiti. Se questa soglia viene varcata e perdurano le condizioni favorevoli ad un ulteriore accrescimento, allora subentra quell'*accrescimento* superfluo o *trasgressivo*, che negli individui organici si chiama riproduzione. Ma anche negli anorgici cristalli appare nello stesso modo come nella moltiplicazione. Un cristallo entro ad un'acqua madre soprasatura cresce solo fino ad una certa grandezza, la quale è determinata dalla sua costituzione molecolare. Se questa grandezza, la soglia di accrescimento, viene raggiunta, allora si depongono piuttosto molti piccoli cristalli attorno al grosso cristallo primitivo Ostwald, il quale fa in pari modo un esatto paragone fra l'accrescimento dei cristalli e quello delle monere, rileva specialmente la spiccata analogia che v'ha fra un *batterio* (una monera plasmofaga) che cresca nel suo liquido di coltura ed un cristallo nella sua acqua madre (*Naturphilosophie*, pag. 340-355). Quando in una soluzione soprasatura di solfato di soda l'acqua lentamente si evapora, non solo un cristallo che vi si sia introdotto cresce lentamente più oltre, ma inoltre molti recenti cristallini si formano attorno ad esso. L'analogia col batterio, il quale nel liquido di coltura seguita a moltiplicarsi per divisione, si può persino seguire più oltre, fino al prodursi di quelle forme durevoli che chiamiamo « spore ». Il batterio assume questa forma durevole di riposo quando il suo liquido di coltura è esaurito; se poi più tardi affluisce nuovo nutrimento ricomincia la moltiplicazione per scissione. In modo simile i sali di fosfato di soda, quando la soluzione si è evaporata, incominciano a disgregarsi; essi perdono la loro acqua di cristallizzazione, ma non la loro facoltà germinativa. Infatti anche la polvere amorfa del cristallo disgregato provoca di nuovo in una soluzione soprasatura di solfato di soda la formazione di nuovi cristalli idrati. Quella polvere perde però questa sua proprietà quando venga fortemente riscaldata, così come le forme durevoli (o spore) dei batteri perdono allora la proprietà germinativa

Soglia di accrescimento. — Il paragonare minutamente i fenomeni d'accrescimento dei cristalli con quelli delle monere (delle più semplici forme di « cellule primitive » anucleate) è tanto importante perchè esso ci mostra la possibilità di ricondurre a condizioni puramente fisiche la funzione vitale della riproduzione che noi siamo abituati a considerare come una speciale « meraviglia della vita ». Il scindersi dell'individuo crescente in più individui giovani deve di necessità sottentrare sempre quando viene varcata la naturale *soglia di accrescimento*, quando le proprietà chimiche del corpo che cresce e la coesione delle sue molecole non permettono più un ulteriore accrescimento a spese di nuova materia. Per spiegare con una semplice immagine fisica i limiti di questo accrescimento trasgressivo, Ostwald (loc. cit., pag. 343) ricorda una sfera che giaccia in un piccolo bacino piatto che a sua volta sia collocato in alto. Nel bacino la sfera è in equilibrio, poichè quando le si faccia subire un piccolo spostamento essa ritorna poi sempre nella sua posizione iniziale. Ma se lo spostamento oltrepassa una certa misura, se la sfera viene ad essere spinta sul margine del bacino, non vi è più equilibrio, la sfera non ritorna indietro, ma cade a terra. Similmente si comporta un cristallo che sia portato in un liquido soprasaturo (metastabile) e che subito in esso comincia a formare nuovi cristalli; similmente si comporta il batterio che cresce nel suo liquido di coltura, quando per accrescimento trasgressivo varca i limiti della cresciuta e si scinde in due individui.

Ricambio materiale (*Metabolia*). — Poichè nè in qualche proprietà morfologica, nè nel più delle proprietà fisiologiche degli organismi non si può trovare un'assoluta differenza fra questi e gli anorgani, rimane come unico carattere distintivo della vita organica il suo *ricambio materiale.* Questo processo ripara alla perdita di volume dovuta alla stessa attività vitale con nuova formazione di sostanza vivente; esso determina così la nutrizione e l'accrescimento degli esseri viventi, come anche la riproduzione, la quale non è altro che accrescimento trasgressivo.

Poichè noi tratteremo diffusamente del ricambio materiale nel 10° capitolo, ci limiteremo qui a rilevare il fatto che anche questo processo vitale trova il suo analogo nella chimica inorganica e cioè nel notevole processo della *catalisi*, specialmente in quella forma di esso che chiamiamo fermentazione od azione enzimatica.

Catalisi. — Il geniale chimico Berzelius scoprì fin dal 1810 lo strano fatto che certi corpi per la loro pura presenza, per la loro

affinità chimica, inducono altri corpi a scomporsi o combinarsi senza che essi stessi subiscano alterazione. Così, per es., l'acido solforico cambia l'amido in zuccaro, senza che esso stesso si alteri. Il platino minutamente suddiviso a contatto con iperossido di idrogeno scinde questo in idrogeno ed ossigeno (il che viene utilizzato nell'apparecchio di Döbereiner). Berzelius chiamò questo processo *catalisi;* Mitscherlich, che ne trovò la causa nella particolare azione di superficie di molti corpi, lo chiamò *azione di contatto* (scomposizione per contatto). Più tardi si è stabilito che tali catalisi sono molto sparse e che ad una speciale forma di esse, la fermentazione, spetta la massima importanza nella vita degli organismi.

Fermentazione (*Azione enzimatica*). — La speciale forma di azione di contatto che si chiama fermentazione è sempre dovuta a corpi catalitici della classe delle *albumine*, e cioè di quel gruppo di corpi proteinici non coagulabili che si distinguono col nome di peptoni. Essi, anche in quantità minima, hanno la proprietà di provocare la scomposizione di grandi quantità di sostanza organica (in forma di fermentazione, putrefazione), senza prendere parte essi stessi a questa scomposizione. Quando questi « fermenti » sono solubili e non organizzati vengono chiamati *enzimi* in opposizione ai « fermenti organizzati » (batteri, saccaromiceti, ecc.); frattanto anche l'azione catalitica di questi ultimi dipende essenzialmente dalla produzione di enzimi. Recenti ricerche di Verworn, Hofmeister, Ostwald ed altri hanno condotto all'opinione che a simili catalisi spetta una grandissima importanza nella vita del plasma in generale; molti moderni chimici e fisiologi sono ora d'avviso che *il plasma è un catalisatore colloidale* e che tutte le varie attività vitali dipendono da questo *biochemismo fondamentale.* Così dice Franz Hofmeister (1901) nelle sue ultime Conferenze sulla « Organizzazione chimica delle cellule » (pag. 14): « L'idea che i latori delle trasformazioni chimiche che avvengono nella cellula siano catalizzatori di natura colloide si accorda benissimo con diversi fatti direttamente constatati. Poichè, che altro sono i fermenti del chimico se non catalizzatori di natura colloide? Il riconoscere che i fermenti costituiscono lo strumento chimico essenziale della cellula è ben atto ad allontanare le obbiezioni che contro al modo di comprendere i processi chimici cellulari si potevano trarre dalla piccolezza della cellula. Per quanto grandi si vogliano immaginare le molecole di fermento, milioni e milioni di esse trovano pur sempre un sufficiente spazio nella cellula più minuta ».

Nello stesso senso anche Ostwald attribuisce alla catalisi la massima importanza nei processi vitali e cerca di spiegarla energetica-

mente, tenendo conto della *durata* dei processi chimici (*Filosofia naturale*, pag. 327). Nella sua conferenza tenuta ad Amburgo nel 1891 sulla « catalisi » egli dice: « Negli enzimi noi vedremo dei catalizzatori, i quali nascono durante la vita delle cellule e per mezzo dei quali l'essere vivente compie la massima parte delle sue funzioni. Non solo la digestione e l'assimilazione sono regolate dal principio sino alla fine da enzimi, ma anche la funzione fondamentale del più degli organismi, l'acquisizione della necessaria energia chimica per mezzo della combustione a spese dell'ossigeno atmosferico segue per decisa collaborazione di enzimi e senza di questi sarebbe impossibile. Infatti si sa che l'ossigeno atmosferico è, alla temperatura degli organismi una materia ben poco attiva, e se non venisse accelerata la sua velocità di reazione la conservazione della vita sarebbe impossibile ».

Nelle sue ulteriori discussioni sulla catalisi ed il ricambio l'Ostwald mostra che entrambi sono nello stesso modo sottoposti alle leggi fisico-chimiche dell'energia.

Biogeno. — Un'analisi più profonda dei fenomeni molecolari che si compiono nel processo catalitico del ricambio venne fatta da Max Verworn (1903) nella sua « *Ipotesi del biogeno;* studio critico sperimentale sui processi della sostanza vivente ». Egli semplifica la teoria catalitica degli enzimi col derivare tutti i processi vitali dal ricambio catalitico di un solo composto chimico, il plasma, e considera le sue molecole attive, *i biogeni*, come gli ultimi fattori chimici del processo vitale.

Mentre l'ipotesi degli enzimi suppone in ciascuna cellula una quantità di enzimi diversi, i quali tutti appaiono coordinati e dei quali ognuno compie solo il piccolo lavoro che gli è speciale, l'ipotesi del biogeno ricava tutti i fenomeni vitali dal ricambio di un unico composto, il plasma biogeno; le *molecole di biogeno*, le quali si moltiplicano per polimerizzazione (corrispondenti ai miei plastiduli), sono così gli unici fattori della catalisi biologica. Anche Verworn fa notare l'analogia che v'ha fra questo processo enzimatico del ricambio ed i processi inorganici della catalisi, per esempio, quelli che si compiono nella fabbricazione dell'« acido solforico inglese ». Una quantità piccola e costante di acido nitrico trasforma in presenza di aria e di acqua, una quantità illimitata di acido solforoso in acido solforico, senza che l'acido nitrico si alteri; la molecola dell'acido nitrico si scinde continuamente, emettendo ossigeno e continuamente si ricostituisce, assorbendo ossigeno (*Fisiologia generale*, 4ª edizione, 1903, pag. 134).

Forza vitale (*Vis vitalis*). — In ogni tempo i vari e mutevoli fenomeni vitali ed il loro improvviso cessare colla morte apparvero al pensiero dell'uomo così meravigliosi, così differenti da tutti i processi della natura inorganica, che sin dall'inizio della filosofia biologica si cercò la loro spiegazione in forze peculiari. A ciò si era specialmente determinati dallo strano adattamento degli organismi e dal corso apparentemente prestabilito dei processi vitali. Così è che fin dall'antichità si ammise una speciale *forza primitiva* organica (*Archaeus insitus*), la quale domina e guida la vita individuale e trae a suo servizio le « forze brute » della materia inorganica. Nello stesso ordine di idee si attribuirono i meravigliosi fenomeni dello sviluppo ad una speciale « tendenza formativa » (*Nisus formativus*). Quando verso la metà del secolo XVIII la fisiologia cominciò a farsi indipendente essa spiegò le particolarità della vita organica ammettendo una speciale *forza vitale* (*vis vitalis*). Questo concetto ebbe poi il consenso generale quando in principio del secolo XIX Luigi Dumas cercò di darle ampio fondamento (cfr. il 3° capitolo dei « Problemi »).

Vitalismo. — Poichè all'antica dottrina della forza vitale o del *vitalismo* spetta una parte importante nei giudizi sopra le « meraviglie della vita » e poichè essa nel corso del secolo XIX subì le più strane metamorfosi ed anzi sembra ormai rifiorire in modo inaspettato, è necessario dare qui un rapido sguardo alle sue diverse forme. Si può conservare in senso monistico un tale concetto intendendo con esso solo la somma di quelle forme di energia che sono specialmente caratteristiche per l'organismo, soprattutto pel ricambio materiale e l'eredità; con ciò non si dà ancora alcun giudizio sulla loro essenza e non si afferma che esse siano essenzialmente differenti dalle forme di energia della natura anorgica Si può designare questo concetto col nome di *vitalismo fisico*. Per contro l'usuale *vitalismo metafisico* afferma, in senso affatto *dualistico*, che quella forza vitale è un principio teleologico ed ipermeccanico trascendente ed essenzialmente diverso delle « comuni » forze naturali. Quella forma speciale nella quale odiernamente (da 20 anni) ci si presenta questa mistica dottrina della forza vitale « soprannaturale » viene ora spesso chiamata *neovitalismo;* la sua forma più antica può opporsi a questa col nome di *paleovitalismo*.

Paleovitalismo. — L'antico modo di concepire la forza vitale come una speciale *vis vitalis* potè nel primo terzo del secolo XIX come già nel XVIII godere generale consenso, perchè la fisiologia d'allora mancava ancora dei più importanti mezzi per la fondazione di una teoria meccanica. Non v'era allora nè teoria cellulare, nè chimica

fisiologica: ontogenesi e paleontologia erano ancora nella culla. La teoria Lamarckiana della discendenza (1809) fu subito fatta tacere come pure la sua proposizione fondamentale « la vita non è che un complicato fenomeno fisico ». Così era concepibile che la fisiologia sino al 1833 si acquetasse al vecchio dogma vitalistico e vedesse semplicemente nelle « meraviglie della vita » dei fenomeni enigmatici che sfidavano qualsiasi spiegazione fisica.

Diverso fu però l'aspetto preso dal *paleovitalismo* nel secondo terzo del secolo XIX. Nel 1833 apparve il classico « Manuale di fisiologia umana » di Giovanni Müller, nel quale questo geniale biologo non solo sottopose ad un esame comparativo e coordinato tutti i fenomeni vitali dell'uomo e degli animali, ma anche tentò con proprie osservazioni ed esperienze di dare un'esatta base alla spiegazione loro. È vero che Müller sino alla sua morte (1838) rimase fedele al concetto generalmente accettato di una speciale « forza vitale » considerata quale regolatore sovrano di tutte le varie funzioni vitali, ma egli non considera questa forza come un principio metafisico (come Haller, Kant ed i suoi successori), ma come una forza naturale che, come tutte le altre, è legata a fisse leggi fisiche e chimiche e subordinata al complesso. Nei suoi estesi studii su ogni singola funzione vitale, tanto sugli organi dei sensi e sul sistema nervoso, quanto sul ricambio materiale e sull'attività del cuore, sulla voce e sulla favella, come sulla generazione, dappertutto Müller si sforza dapprima di stabilire, con sottili osservazioni, i fatti, di riconoscere con razionali esperienze la legge dei fenomeni e di spiegarne, paragonando le forme inferiori colle superiori, lo sviluppo. Perciò non si deve, come si fa spesso, considerare senz'altro Giovanni Müller come un *vitalista*, ma piuttosto si deve vedere in lui il primo fisiologo il quale abbia cercato di dare al dominante vitalismo *metafisico* una base *fisica:* propriamente gli si deve l'indiretto od apagogico argomento in favore del concetto opposto, come osservò giustamente E. Dubois-Reymond nel suo splendido discorso commemorativo. In modo simile fu nel campo botanico scalzata la base del vitalismo da M. Schleiden (1843): colla sua teoria cellulare egli ci insegnò a comprendere l'unità vitale dell'organismo pluricellulare come risultato complessivo delle funzioni di tutte le cellule che lo compongono.

Antivitalismo. — La spiegazione fisica dei fenomeni vitali non ebbe la vittoria, nè tramontò il paleovitalismo, se non nell'ultimo terzo del secolo XIX. Ebbero allora primaria importanza i grandi progressi della fisiologia sperimentale quale essa fu sviluppata soprattutto pel corpo animale da Carlo Ludwig e Felice Bernard e pel corpo vegetale

da Giulio Sachs e Guglielmo Pfeffer. Questi ed altri fisiologi coll'applicare i meravigliosi risultati della moderna fisica e chimica allo studio sperimentale delle funzioni vitali, col cercare di determinare esattamente secondo peso e misura il complicato andamento di esse quand'era possibile di formularlo matematicamente, sottomisero un gran numero di « meraviglie della vita » alle stesse leggi fisse che sono riconosciute dalla fisica e dalla chimica nel mondo inorganico. Da un'altra parte sorse un poderoso avversario del vitalismo in Carlo Darwin il quale, colla sua teoria della selezione, sciolse il massimo enigma biologico, l'eterna questione: come si possono spiegare meccanicamente le disposizioni adatte dell'organizzazione? come mai ha potuto nascere in « via naturale » ed inconsciamente la macchina così artificiosamente complessa del corpo animale e vegetale senza che un artefice, un « creatore » ne avesse tracciato il disegno e lo avesse messo in esecuzione?

Il compimento della teoria Darwiniana della selezione, dovuto a molteplici lavori di questi ultimi quattro decennii, il crescente consolidamento che le venne inoltre dai grandi progressi fatti dall'ontogenia e dalla filogenia, dall'anatomia e dalla fisiologia comparata in questo lasso di tempo valsero in pari misura a dare salda base al concetto monistico della vita; esso si foggiò sempre più chiaramente a deciso *antivitalismo*. Deve dunque apparirci strano che il vecchio vitalismo che si aveva per morto in questi ultimi venti anni sia ancora una volta risorto, sebbene in forma parzialmente modificata. Frattanto questo moderno *neovitalismo* abbraccia due indirizzi essenzialmente diversi.

Neovitalismo. — I difensori della moderna forza vitale si scindono in due gruppi diversi, che noi possiamo distinguere in scettici e dogmatici. Il neovitalismo *scettico* fu dapprima nettamente formulato da Bunge di Basilea (1887) nella introduzione al suo « Trattato di chimica fisiologica »; pur ammettendo incondizionatamente che per una parte dei fenomeni vitali si possa trovare una completa spiegazione ricorrendo a cause puramente meccaniche, alle forze fisiche e chimiche della natura inanimata, egli contesta in pari tempo la possibilità di tale spiegazione per un'altra parte di quei fenomeni, soprattutto per le funzioni psichiche. Egli afferma che queste ultime non sono suscettibili di una spiegazione meccanica e che esse non hanno il loro analogo nella natura inorganica; che esse non possono essere determinate che da una « forza vitale » ipermeccanica, forza trascendente che si sottrae al nostro conoscimento scientifico. Nello stesso senso si espressero più tardi (1888) Rindfleisch, e recentemente Riccardo Neumeister nelle sue « Considerazioni sull'essenza dei fenomeni

vitali » (1903) ed Oscar Hertwig nella Conferenza da lui tenuta nel 1900 ad Aquisgrana sopra « L'evoluzione della biologia nel secolo decimonono ».

Molto più oltre va il neovitalismo *dogmatico* i cui principali rappresentanti sono ora il botanico Giovanni Reinke ed il metafisico Hans Driesch. Gli scritti vitalistici di quest'ultimo, cui manca ogni comprensione dello sviluppo storico, sono per l'inusata arroganza e la mirabile oscurità delle sue mistiche e spesso contraddittorie spiegazioni giunti a godere di una certa considerazione. Per contro Reinke ha recentemente sviluppato in modo chiaro ad attraente il suo vitalismo trascendentale in due opere le quali, nel loro logico dualismo meritano speciale attenzione. Nel primo libro « Il mondo come azione » (1899) Reinke dà lo « schizzo di un concetto dell'universo basato sulle scienze naturali ». La seconda opera (1901) porta il titolo « Introduzione alla biologia teorica ». Questi due libri stanno fra loro nello stesso rapporto come il mio libro sopra i « Problemi dell'universo » (1899) ed il presente complemento di esso. Poichè le nostre convinzioni filosofiche nelle più importanti questioni fondamentali sono diametralmente opposte, e poichè entrambi crediamo di svolgerle in modo completamente logico, non sarà senza interesse in questa grande « polemica sul concetto cosmico » il trarle a confronto. Reinke è un espresso fautore del *dualismo*, del *teismo* e della *teleologia;* egli riconduce tutti i fenomeni della vita al sopranaturale, al miracolo.

SECONDA TABELLA

Contrapposizione delle teorie monistica e dualistica della vita organica.

Teoria monistica della vita.

(*Biofisica*).

1. Tutti i processi vitali sono *funzioni del plasma* dovuti alle qualità fisiche, chimiche e morfologiche della sostanza vivente.
2. L'*energia del plasma* (il complesso delle forze che sono legate alla materia vivente) non è soggetta che alle leggi naturali generali della fisica e della chimica.
3. L'*adattamento allo scopo* che si palesa nei processi vitali e nell'organizzazione da essi prodotta è il risultato di una *evoluzione naturale;* i suoi fattori fisiologici (adattamento ed eredità) sono soggetti alla legge della sostanza.
4. Tutte le singole funzioni si sono in tal modo prodotte *meccanicamente* essendosi le disposizioni adatte prodotte da se stesse per adattamento e trasmesse in eredità ai discendenti.
5. La *nutrizione* è un processo fisicochimico il cui ricambio materiale trova il suo analogo nell'inorganica *catalisi.*
6. La *riproduzione* è una conseguenza meccanica dell'accrescimento trasgressivo, analoga alla moltiplicazione elettiva dei cristalli.
7. Il *movimento* degli organismi non è nella sua essenza diverso dai movimenti delle inorganiche macchine dinamo-elettriche.
8. La sensibilità è una *forma generale d'energia* della materia; la sua essenza è la stessa negli organismi sensibili e negli anorgani eccitabili (polvère da schioppo, dinamite). Un' « essenza psichica » immateriale non esiste.

Teoria dualistica della vita.

(*Vitalismo*).

1. I processi vitali sono in tutto o in parte indipendenti dal plasma e determinati da una speciale forza immateriale, *la forza vitale* (*vis vitalis*).
2. L'energia del plasma è in tutto o in parte soggetta alla immateriale *forza vitale* che domina e dirige le forze fisiche e chimiche della sostanza vivente.
3. Il generale *adattamento* dell'organizzazione e dei processi vitali ad essa dovuti è il prodotto di una creazione cosciente; esso non si può spiegare se non per mezzo di forze immateriali *intelligenti* che non sono soggette alla legge della sostanza.
4. Tutte le singole funzioni degli organismi sono sôrte *in vista di uno scopo* l' evoluzione storica (trasformazione filetica), essendo indirizzate verso uno scopo ideale prestabilito.
5. La *nutrizione* è un'inesplicabile meraviglia della vita, che non si può spiegare coi processi fisici e chimici.
6. La *riproduzione* è un'inesplicabile e metafisica meraviglia della vita, che non ha analogo nella natura inorganica.
7. Il *movimento* degli organismi è una inesplicabile e metafisica meraviglia della vita, essenzialmente distinta da tutti i movimenti inorganici.
8. La *sensibilità* degli organismi non si può spiegare che colla presenza di un'*anima*, di un essere immateriale ed immortale che ha sede solo temporanea nel corpo. Dopo la morte questo *spirito* seguita a vivere indipendentemente.

TERZO CAPITOLO

MIRACOLO

Legge naturale e credenza nel miracolo. — Ragione e superstizione. Valore filosofico della professione di fede.

« Das Wunder ist des Glaubens liebstes Kind! » (*).

« Natur und Geist! So spricht man nicht zu Christen
Desshalb verbrennt man Atheisten,
Weil solche Dinge höchst gefährlich sind.
Natur ist Sünde, Geist ist Teufel,
Sie hegen zwischen sich den Zweifel,
Ihr missgestaltet Zwitterkind » (**).

GOETHE

« Gott und Welt auseinander zu reissen und Wunder zu glauben,
Ist das Religion? Nun, dann verachten wir sie! (***).

CARL CORSWANT.

(*) « Il miracolo è il figlio prediletto della fede! ».

(**) « Natura e spirito! Non è così che si parla a dei cristiani; — per ciò si ardono gli atei, — chè tali cose sono estremamente pericolose. — Natura è colpa e spirito è il demonio, — tra lor due si nutricano il dubbio — loro ermafroditico aborto ».

(***) « Mondo e Dio l'un dall'altro divellere, e fede dare ai portenti, questo è religione? allora noi la spregiamo ».

SOMMARIO DEL CAPITOLO TERZO

Miracolo e legge naturale. — Credenze al miracolo dei selvaggi (feticismo), dei barbari (idolatria), dei popoli civili (teismo) e dei popoli colti (dualismo). — Credenze miracolose delle religioni. — Professione di fede apostolica. — L'articolo della creazione. — L'articolo della redenzione. — L'articolo dell'immortalità. — Credenza miracolosa dei filosofi. — Pensatori di scuola e liberi pensatori. — Dualismo di Platone e di Kant. — Credenze miracolose nel secolo XIX, nella moderna metafisica, teologia e politica.

BIBLIOGRAFIA

Immanuel Kant, 1783. *Prolegomena zu einer künftigen Metaphysik*. Königsberg. (Prolegomeni per una metafisica futura).

Artur Schopenhauer, 1813. *Ueber die vierfache Wurzel des Satzes vom zureichenden Grunde*. Francoforte. (Sulla quadruplice radice della proposizione della ragione sufficiente).

Ludwig Feuerbach, 1841. *Das Wesen des Christenthums*, 4ª ediz., 1883. Lipsia. (L'essenza del cristianesimo).

Wilhelm Bender, 1871. *Der Wunderbegriff des Neuen Testaments*. Francoforte. (Il concetto di miracolo nel Nuovo Testamento).

David Strauss, 1872. *Der alte und der neue Glaube. Ein Bekenntniss*. Ediz. popolare, 1903. Bonn. (L'antica e la nuova fede).

Ludwig Büchner, 1887. *Ueber religiöse und wissenschaftliche Weltanschauung*. Lipsia. (L'universo secondo il concetto religioso e secondo il concetto scientifico).

S. E. Verus, 1897. *Vergleichende Uebersicht (vollständige Synopsis) der vier Evangelien in unverkürztem Wortlaut*. Lipsia. (Rivista comparativa e sinottica dei quattro Vangeli).

Adalbert Svoboda, 1897. *Gestalten des Glaubens. Kulturgeschichtliches und Philosophisches*. Lipsia. (Aspetti della fede).

Adolf Harnack, 1899. *Das Wesen des Christenthums*. Berlino. (L'essenza del cristianismo).

Fritz Schultze, 1900. *Psychologie der Naturvölker. Eine natürliche Schöpfungsgeschichte menschlichen Vorstellens, Wollens und Glaubens*. Lipsia. (Psicologia dei selvaggi).

Heinrich Schurz, 1900. *Urgeschichte der Kultur*. Lipsia. (Storia della coltura primitiva).

Troels-Lund, 1899. *Himmelsbild und Weltanschauung im Wandel der Zeiten*, 3ª ediz., 1900. Lipsia. (L'idea del paradiso e i concetti sull'universo nel corso dei tempi).

Albert Kalthoff, 1903. *Religiöse Weltanschauung*. Lipsia. (Concetto dell'universo secondo la religione).

Thomas Achelis, 1904. *Abriss der vergleichenden Religionswissenschaft*. Lipsia. (Schizzo di scienza comparata delle religioni).

La parola «miracolo» o «portento» risponde nel linguaggio comune a concetti molto diversi. Noi chiamiamo miracoloso un fenomeno quando non possiamo spiegarlo e non possiamo intendere le cause. Ma noi diciamo anche che un oggetto naturale è portentosamente bello o meraviglioso quando esso è straordinariamente bello o grandioso, quando esso è fuori dei limiti soliti della cerchia delle nostre idee. Non è in questo senso *relativo* e traslato che noi parliamo qui di miracolo, ma in senso *assoluto*, intendendo con ciò un fenomeno che esce dai limiti delle *leggi naturali* e che è al tutto inesplicabile colla nostra ragione. Il concetto di *miracolo* coincide qui con quello di *sopranaturale* o trascendente. I fenomeni della natura noi possiamo colla ragione conoscerli e assoggettarli alla nostra scienza; nel miracolo soprannaturale possiamo solo aver fede.

La credenza a miracoli sopranaturali è in contraddizione colla *ragion pura* che forma la base di ogni scienza. Kant, che ha levato in tanta fama il concetto della *ragion pura*, intendeva con esso, in origine, solo il « conoscimento razionale indipendente dall'esperienza ». Più tardi questo concetto è stato usato in senso più stretto a significare indipendenza dal dogma e dal pregiudizio, base della pura scienza scevra di preconcetti. In questo senso noi opponiamo la ragion pura alla superstizione.

Già nel XVI capitolo dei « Problemi » io ho trattato questo importante soggetto della relazione fra « fede e scienza ». Devo però qui ancora una volta tornarci perchè l'esposizione ch'io avevo allora tentato ha dato luogo ad una quantità di malintesi e di attacchi. Io non avevo affatto ammesso, come ora spesso affermano i miei avversarii, la pretesa di « saper tutto » o addirittura di « poter sciogliere tutti gli enigmi dell'universo ». Anzi io avevo replicatamente fatto osservare che i limiti della nostra scienza sono e rimarranno sempre ristretti. Inoltre io avevo espressamente rilevato che l'irresistibile bramosia di sapere che è propria dell'uomo ragionevole, il costante

« bisogno di causalità » che è nella nostra ragione ci spinge a colmare colla *fede* le lacune della nostra scienza. Ma nello stesso tempo io avevo insistito sull'essenziale antagonismo che v'ha tra la credenza *scientifica* (naturale) e la *fede* religiosa (sopranaturale); la prima ci conduce a formare delle *ipotesi* e delle teorie, la seconda a foggiare *miti* e superstizioni. La fede scientifica colma provvisoriamente con *ipotesi* le lacune presentate dalla nostra conoscenza delle leggi naturali; la fede mistica, religiosa contraddice alla legge naturale e ne sorpassa i limiti colla credenza al miracolo.

Miracolo e legge naturale. — Il grande trionfo conseguito dalle progredite conoscenze della natura nel XIX secolo, il valore teorico di esse come base di un ragionevole concetto cosmico, il valore che esse hanno praticamente pei molteplici lati della nostra moderna civiltà, tutto ciò posa soprattutto sull'assoluto riconoscimento di fisse *leggi naturali*. I rapporti delle cose tra di loro, che noi chiamiamo cause, rendono possibile alla nostra ragione il comprendere e spiegare i fatti. Noi troviamo appagato il costante bisogno di causalità proprio della nostra ragione quando la scienza ci spiega i fenomeni per mezzo delle loro « ragioni sufficienti ». In tutto quanto il campo dell'*anorgica*, della *cosmologia inorganica* quest'onnipotenza della legge naturale è oggi generalmente riconosciuta; in astronomia e geologia, in fisica come in chimica, tutti i fenomeni vengono ricondotti a leggi fisse e in prima linea alla *legge della sostanza* che tutto comprende, alla grande legge della conservazione dell'energia e della materia (« Problemi dell'universo », capit. XII).

Altrimenti vanno le cose in *biologia*, nella parte *organica* della *cosmologia*. Qui anche oggidì di fronte alla legge della sostanza si eleva il *miracolo della vita*, la trasgressione delle leggi naturali per opera di « forze soprannaturali ». La credenza a simili « miracoli » la quale dalla ragion pura è tenuta per superstizione, è ancor oggi molto sparsa, molto più di quanto per solito si creda. Noi siamo saldi nell'opinione che la superstizione e la sragionevolezza siano i peggiori nemici del genere umano mentre la scienza e la ragione ne sono i beni maggiori. Perciò è nostro dovere e nostro còmpito, negli interessi di queste, di combattere in tutti i campi la credenza al miracolo; noi dobbiamo dimostrare chiaramente che la legge naturale stende il suo dominio su tutta la distesa dei fenomeni che ci è accessibile. Uno sguardo retrospettivo generale sulla storia della fede da un lato, della scienza dall'altro ci insegna chiaramente che il progresso di quest'ultima va sempre di pari passo col crescente riconoscimento di fisse leggi naturali e così pure col ricacciamento delle credenze miracolose

in un territorio che sempre più si restringe. Nel presente ce ne convince un esame imparziale della cultura spirituale nei diversi gradi della civilizzazione; in quest'esame ammetteremo i quattro gradi principali dello sviluppo psichico che furono distinti da Fritz Schultze nella sua Psicologia dei popoli allo stato di natura, e da Alessandro Sutherland nella sua opera sull'origine e sull'incremento dell'istinto morale, cioè: 1° popoli selvaggi; 2° popoli barbari; 3° popoli inciviliti; 4° popoli colti (cfr. capit. XVII).

Credenze miracolose dei selvaggi (*Feticismo*). — L'attività psichica dei selvaggi, come è noto, si eleva di poco al disopra di quella dei mammiferi superiori, e specialmente delle scimmie, dalle quali noi filogeneticamente li deriviamo. Tutti i loro interessi vitali si risolvono nelle funzioni fisiologiche della nutrizione e della riproduzione, soddisfacimento « della fame e dell'amore » nella forma più animalesca. Senza fisse dimore, sempre in ardua lotta per la vita, essi vivono di prodotti naturali greggi, di frutti e radici di piante selvatiche, di animali che essi pescano nelle acque o catturano sulla terra. L'attività intellettuale dei selvaggi si aggira entro i limiti più ristretti, cosicchè per essi si può tanto, o così poco, parlare di ragione come per gli animali più intelligenti. Di arte e di scienza non è ancora affatto questione. La loro tendenza alla causalità si contenta del più semplice collegamento di fenomeni che hanno un rapporto puramente esterno senza alcun intimo nesso. Da ciò nasce il *feticismo*, quella fede irragionevole la cui origine è ricondotta da Fritz Schultze a quattro cause diverse: al falso valutamento del valore degli obbietti, al concetto cosmico antropistico (od antropopatico), alla deficienza della relazione causale fra i concetti ed alla predominanza degli impulsi soprattutto della paura e della speranza. Qualsivoglia oggetto, sia esso un sasso od un osso, può essere un feticcio che operi miracoli, può esercitare tutte le possibili influenze utili o dannose e perciò viene venerato, temuto e adorato. In origine vigeva la venerazione dello spirito invisibile che abitava l'oggetto, ma più tardi essa fu posta nello stesso oggetto inanimato. Il feticismo mostra già fra i diversi popoli selvaggi una serie di gradazioni che corrispondono ai primi germogli della ragione; tengono il più basso grado i *selvaggi inferiori* (Vedda di Ceylon, Andamani, Boscimani, Akka della Guinea); stanno un po' più alto i *selvaggi medii* (Australiani, Tasmaniani, Ottentotti, Fuegiani); sviluppo intellettuale ancora maggiore si trova nei *selvaggi superiori* (il più delle stirpi indiane del Nord e Sud America, gli Aborigeni dell'India, ecc.). I moderni studii sull'etnografia comparata, sulla storia dell'evoluzione, sulla preistoria ed antropologia ci hanno condotti alla convinzione che anche i nostri proprii antenati, sino a diecimila e più anni fa (tanto come i progenitori preistorici di tutte le razze umane) erano selvaggi *inferiori* e che la loro credenza, nei primordii dei loro concetti religiosi, era il più rozzo feticismo.

Credenze miracolose dei barbari (*Idolatria*). — Per barbari noi intendiamo in stretto senso quei popoli che tengono il mezzo fra i selvaggi ed i civili. Essi ci mostrano i primi inizii della coltura e si elevano al disopra dei selvaggi soprattutto nel praticare l'allevamento del bestiame e l'agricoltura; essi utilizzano previdentemente le forze produttive della natura organica, producono artificialmente grandi riserve di nutrimento e così per la soprabbondanza del cibo possono

rivolgere la loro attività psichica verso altri interessi; noi troviamo presso di essi i *primordii* dell'arte e della scienza. La religione dapprima non si eleva ancora che di poco al disopra del *feticismo* dei selvaggi, presto però si trasforma più o meno completamente in *animismo*: gli oggetti naturali inanimati si cambiano in « spiriti » forniti di anima. Non si adora più qualsiasi oggetto inanimato (pietra, osso, ecc.), ma piuttosto qualche oggetto animato organico, albero od animale; soprattutto però si adorano idoli i quali han figura di animali o di uomini ed ai quali si attribuisce un' « anima ». Questi, demoni o spiriti, hanno massima influenza sulla storia dell'uomo. In origine quest'anima è ancora considerata come puramente materiale; dopo la morte essa lascia il corpo e seguita a vivere indipendentemente. Poichè colla morte dell'uomo cessa il moto respiratorio e il battito del polso e del cuore, così la sede dell'anima viene posta nel polmone, nel cuore od in altra parte del corpo. L'idea dell'immortalità dell'anima individuale assume già presso i barbari aspetti molto varii, come pure la credenza nei prodigi fatti dagli dei, demoni, spiriti, ecc. Anche qui la storia della evoluzione ci mostra ancora, quando paragoniamo tra loro i barbari inferiori, medii e superiori, una lunga scala di « aspetti della fede ».

Credenze miracolose dei popoli civili (*Delle « nazioni incivilite »*). — Nella storia della coltura noi distinguiamo i popoli civili dai barbari perchè quelli formano grandi Stati con estesa divisione di lavoro; l'organismo sociale diventa non solo più grande e potente, ma inoltre atto a molto più varii uffici, poichè le funzioni delle diverse caste e classi di lavoratori si differenziano molto di più per poi completarsi a vicenda (precisamente come fanno le cellule e i tessuti nell'elevato corpo dei metazoi). La nutrizione diventa più facile e collegata con maggiore godimento; arti e scienze giungono ad alto sviluppo. Per la *religione* si svolge un grande progresso pel fatto che i molti dèi vengono prevalentemente considerati come spiriti simili all'uomo e più tardi vengono subordinati ad un dio principale. La fede miracolosa seguita in poesia a fiorire nelle più varie forme; in filosofia essa diventa sempre più limitata. In ultimo la facoltà di fare miracoli rimane, nel monoteismo, riservata ad un dio solo od a suoi sacerdoti ed altre persone cui egli comunica il suo magico potere.

Credenze miracolose dei popoli colti. — La *coltura*, intesa in stretto senso, come contrapposto alla precedente *civilizzazione*, incomincia, secondo il nostro modo di vedere, col principio del XVI secolo. Contemporaneamente si ebbero allora molti fra i più importanti avvenimenti della vita psichica i quali liberarono i popoli civili dagli stretti ceppi della tradizione e diedero l'impulso ad un ulteriore progresso. Copernico, col suo Sistema dell'universo, allargò infinitamente il concetto cosmico dell'uomo, la Riforma lo liberò dal pesante giogo del papismo. Poco prima la scoperta del Nuovo Mondo e la circumnavigazione della terra ci avevano dato dei sicuri concetti sulla sfera terrestre; la geografia, la storia naturale descrittiva, la medicina ed altre scienze presero un impulso nuovo ed indipendente; l'arte della tipografia e dell'incisione fornirono il più potente mezzo per diffondere in tutto il mondo le conoscenze così acquistate. Questo ampio sviluppo della coltura fu soprattutto giovevole alla filosofia, che oramai si liberò sempre più dalla tutela della Chiesa e dalla credenza nel miracolo; però fu ben lungi dallo spezzarne interamente i legami. Ciò riuscì in maggior misura solo nel secolo XIX quando lo studio empirico della natura acquistò un'importanza impreveduta e perciò nella

speculazione il moderno concetto *fisico* del cosmo respinse sempre più il concetto *metafisico* che prima era dominante. La pura *scienza* basata sulla vera conoscenza della natura venne così a trovarsi in sempre più stridente contrasto colla *fede* religiosa. Se nell'evoluzione dei popoli colti, come in quella dei precedenti popoli selvaggi, barbari e civili, vogliamo distinguere tre gradi, di inferiori, medii e superiori, noi riconosciamo un progressivo abbandono delle credenze miracolose dovuto alla conoscenza scientifica dell'universo.

Credenze miracolose delle religioni. — Se noi sottoponiamo ad un esame comparativo le forme religiose superiori dei popoli colti, noi vediamo che molte volte si ripetono uguali aspirazioni del sentimento e modi di pensare e che anche la credenza nei miracoli si è analogamente sviluppata in modo molteplice. I tre fondatori delle grandi religioni monoteiste mediterranee, Mosè, Cristo e Maometto, vengono nella stessa guisa considerati come profeti taumaturgici i quali, in virtù delle loro eminenti doti, stanno in immediata relazione con Dio e trasmettono agli uomini i suoi comandi in forma di leggi. La straordinaria autorità di cui essi godono presso gli uomini e che ha data una così potente influenza alle religioni da essi fondate, pel basso popolo si fonda direttamente sul loro potere soprannaturale, sui prodigi che essi operano: guarigione di infermi, risuscitamento di morti, trasformazione di individui, cacciata di spiriti maligni e simili. Se si esaminano senza preconcetti i miracoli di Cristo, quali essi sono narrati dai Vangeli, si vede che essi contraddicono alle leggi naturali e alla loro spiegazione naturale tanto come quelli che vengono narrati di Budda e Brahma nella mitologia indiana e di Maometto nel Corano. Lo stesso dicasi della credenza nella virtù miracolosa del pane e del vino nella eucaristia cristiana, ecc.

Credo apostolico. — La professione di fede che da 1500 anni lega la cristianità e che è riconosciuta come regola tanto dallo Stato cristiano come dalla Chiesa, è quella stessa in cui verosimilmente già nel II secolo si accordarono i membri delle più antiche comunità cristiane, ma che solo nel IV e V secolo prese nella Chiesa gallica meridionale la forma ancor oggi vigente. Essa, come *simbolo apostolico* fondamentale, è entrata anche nel catechismo di Martin Lutero e viene insegnata in tutte le scuole protestanti e cattolico-romane (non nelle cattolico-greche!) come base dell'istruzione religiosa. Questa straordinaria importanza del *credo* apostolico e la sua potente influenza sull'educazione giovanile da un lato, la patente contraddizione in cui esso si trova, dall'altro, di fronte alla ragionevole conoscenza della natura, ci obbligano a sottoporre i tre articoli di esso ad una critica imparziale.

L'articolo della creazione. — Il primo articolo del *Simbolo degli apostoli* tratta della *creazione* e dice: « Credo in Dio padre onnipotente, creatore del cielo e della terra ». La moderna teoria dell'evoluzione ci ha mostrato che una tale « creazione » non ebbe mai luogo e che l'universo dura dall'eternità e che la legge della sostanza domina tutto. Lo stesso Dio, quale « onnipotente creatore » e padre dell'uomo, vien qui rappresentato in modo al tutto antropistico, mentre il « cielo » vien rappresentato (secondo il concetto geocentrico) come la volta azzurra che si incurva sopra la terra. La concezione del « Dio personale » come di un essere immateriale pensante, il quale abbia in una volta creato dal *nulla* il mondo materiale, è affatto irragionevole e in fondo priva di significato. Che Lutero si attenesse a questo concetto infantile e scientificamente privo di valore, risulta dalla sua spiegazione del primo articolo: *Was ist das?* (Che cosa significa ciò?).

L'articolo della redenzione. — Il secondo articolo del *Simbolo degli apostoli* tratta del dogma della *redenzione* colle seguenti parole: « Credo in Gesù Cristo unico suo figlio, nostro signore, concepito dallo Spirito Santo, nato da Maria Vergine, che patì sotto Ponzio Pilato, fu crocifisso, morto e sepolto, discese agli inferni, al terzo giorno risuscitò dai morti, ascese al cielo, siede alla destra di Dio padre onnipotente, d'onde verrà a giudicare i vivi ed i morti ». Poichè questi dogmi del secondo articolo contengono le più importanti proposizioni della « dottrina della redenzione » ed ancora oggidì da milioni di uomini « colti » sono creduti e tenuti fra le più care sacre verità, è necessario rilevare in modo speciale come essi stiano in contrasto colla pura ragione. Questi ed altri articoli di fede han ciò di nocivo che noi nella prima gioventù, quando non siamo ancora capaci di meditare indipendentemente, siamo obbligati a impararli meccanicamente. Più tardi essi conservano la loro validità insospettata di « rivelazioni fondamentali » senza che ci si mediti più oltre.

Il mito della generazione e della nascita di Gesù Cristo è pura poesia e sta allo stesso livello di irrazionale fede ai prodigii come cento altri miti antropistici di altre religioni. Delle tre Persone che sono misteriosamente fuse nel « Dio uno e trino » Cristo « il figlio unigenito » è generato tanto dal Padre come dallo Spirito Santo e ciò partenogeneticamente, dalla « Vergine Maria ». Già nel XVII capitolo dei « Problemi dell'universo » ho illustrato criticamente la fisiologia di questo strano atto riproduttivo. Le mirabili venture di Cristo dopo la sua morte, la « discesa agli inferni, la risurrezione e l'ascensione al cielo » sono di nuovo fantastici miti nati dai limitati concetti geocentrici dei popoli barbari; Troels-Lund ha ottimamente illustrato il

loro potente influsso nel suo interessante libro « L'immagine del paradiso e i concetti sull'universo ». Il concetto del « giudizio universale » dove Cristo siede « alla destra di Dio padre » come lo si vede in molti celebri dipinti del medio evo (per es. in quello di Michelangelo nella Cappella Sistina del Vaticano) è ancora nato da un concetto antropistico del tutto infantile.

Strano a dirsi, questo secondo articolo non dice nulla della « redenzione » che ne forma il titolo; di questa parla Lutero solo nella sua spiegazione *Was ist das?* Qui apprendo che Cristo « me uomo perduto e dannato ha liberato, conquistato, redento da tutti i peccati, dalla morte e dal potere del Demonio, non con oro ed argento, ma col suo prezioso sacro sangue e colla sua innocente passione e morte ». Questa angosciosa morte Cristo l'ha sofferta come migliaia di altri martiri per la sua convinzione della verità della sua fede e della sua dottrina (ricordiamo solo i più di centomila uomini che furono uccisi dall'Inquisizione e dalle guerre religiose del medio evo); nessuno tra i milioni di teologi che ogni domenica predicano od han predicato su ciò, è mai riuscito a trovare un ragionevole nesso causale fra quella morte e la « liberazione da tutti i peccati, dalla morte e dalla potenza del Demonio ». Tutto questo edificio della « redenzione » della fede cristiana è nato da antichissimi e affatto oscuri concetti etici dei popoli barbarici, specialmente dalla rozza fede nel potere espiatorio dei sacrificii umani. Un valore pratico per la morale esso l'ha solamente per coloro i quali credono nell'immortalità della loro anima individuale, cioè in un dogma scientificamente insostenibile. Chi edifica su questa vuota promessa di una vita migliore e più perfetta « al dilà » quegli in tale speranza può trovare consolazione e trascurare le migliaia di magagne e dolori della nostra vita terrena « di qua ». Quegli però che ragionevolmente considera e vive quest'ultima nella sua realtà non troverà che la pretesa « salvazione » abbia cambiato qualche cosa in meglio. Bisogno e miseria, dolore e colpa sussistono come prima; anzi sotto molti rapporti la nostra moderna coltura li ha ancora accresciuti.

L'articolo dell'immortalità. — Il terzo ed ultimo articolo del *Simbolo degli apostoli* dice testualmente « Credo nello Spirito Santo, nella santa Chiesa cristiana, nella comunione dei santi, l'assoluzione delle colpe, la risurrezione della carne e la vita eterna ». Nella strana spiegazione data da Martin Lutero a questo terzo articolo di fede nel suo catechismo, egli afferma anzitutto che l'uomo « *non* può nella sua sola *ragione* credere al signore Gesù Cristo » (giustissimo!), ma che lo « Spirito Santo » lo debba per ciò « illuminare coi suoi doni »; come

però questa misteriosa terza persona del Dio uno e trino compia questo illuminamento e questa santificazione *per la quale* esso « ogni giorno ci perdona largamente tutte le colpe » di ciò nulla ci è spiegato. Che cosa debba in realtà significare la cosidetta « comunione dei santi » e la « santa Chiesa cristiana » ce lo insegna molto chiaramente la sua *storia* e soprattutto la storia del *papismo* romano od *ultramontanismo*. Questo potente ed ancor oggi influentissimo ramo della Chiesa cristiana che pretende per sè il privilegio di essere *cattolico* cioè di condurre egli solo alla beatitudine, è invece la vergognosa caricatura del puro cristianismo primitivo; esso ha saputo con mirabile arte predicare teoricamente le miti ed umane dottrine di Cristo e praticamente fare l'opposto. Basato sulla credulità delle masse incoscienti, il papismo costituisce ancora oggidì una gerarchia politica la cui grande potenza pretende ancora oggi di assoggettare la più gran parte della moderna coltura.

La parte di gran lunga più importante del terzo articolo di fede è tuttavia la sua chiusa, la fede nella « risurrezione della carne e nella vita eterna ». Che questa massima « meraviglia della vita » fosse in origine intesa in modo affatto materialistico, ce lo dicono migliaia di dipinti in cui celebri pittori ci portano realisticamente davanti agli occhi la risurrezione dei morti, il volo dei beati in paradiso, le pene dei dannati peccatori nelle fiamme dell'inferno. Di fatto la massima parte dei credenti si rappresenta fino ad oggi la « vita eterna » del dilà come una « edizione accresciuta e corretta » della vita terrena di qua. Ciò vale tanto per le fantasie cristiane sulla vita eterna quanto per quelle maomettane e in generale per i concetti atanistici che vigevano in molte altre religioni ben prima di Cristo, anzi già per i primi inizii di tali concetti presso i popoli selvaggi e barbari. Fintantochè dominò il concetto geocentrico dell'universo, fintantochè il cielo, simile ad una campana azzurra illuminata da migliaia di stelle come candele e dalla lampada del sole, si curvò sul piatto disco terrestre, fintantochè sotto a questo nella cantina del « mondo sotterraneo » ardeva il fuoco infernale, quella fede barbarica nella « risurrezione della carne » e « nel giudizio supremo » potè ancora mantenersi vigorosamente in vita. Inaridì però la sua più profonda radice dacchè Copernico nel 1543 annientò il concetto geocentrico, e l'atanatismo si è reso affatto insostenibile dacchè Darwin distrusse il dogma antropocentrico. Non solo quei rozzi antichi concetti *materialistici* di una « vita eterna », ma anche i nuovi più raffinati concetti *spiritualistici* che se ne hanno ora cadono di fronte ai progressi fatti dalle scienze naturali nel XIX secolo.

Ho dimostrato diffusamente la loro insostenibilità nell'XI capitolo

dei « Problemi » terminando le mie considerazioni con queste parole: « Se noi mettiamo insieme tutto quello che risulta dai progressi della moderna antropologia, della psicologia e della cosmologia riguardo all'atanatismo, noi veniamo a questa sicura conclusione: la credenza nell'immortalità dell'anima umana è un dogma che sta in irreconciliabile contraddizione coi più sicuri dati di fatto delle moderne scienze naturali ».

Credenze miracolose dei filosofi. — La potente influenza che le dominanti dottrine della Chiesa, sostenute dai bisogni pratici dello Stato, hanno esercitato da migliaia d'anni sui popoli civili e poi sui popoli colti si manifestò dapprima con una più o meno rozza credenza miracolosa delle masse, il riconoscimento di essa, la *confessione*, divenne presto questione di « bon ton » come la moda negli abbigliamenti, il costume nella condotta della vita, ecc. Ma anche la gran maggioranza dei filosofi subì più o meno quel potente influsso. Si sforzarono bensì già di buon'ora alcuni eminenti pensatori di procacciarsi un chiaro concetto del mondo per mezzo della pura ragione, indipendentemente dalle dominanti credenze popolari, dalla tradizione e dai preti; ma la gran maggioranza dei filosofi non riuscì ad elevarsi all'altezza di quegli audaci « liberi pensatori »; essi rimasero in realtà « pensatori di scuola » dipendenti dalle dottrine delle autorità, dalle tradizioni scolastiche e dai dogmi della Chiesa. *Philosophia ancilla theologiae.* L'eccelsa « saviezza universale » rimase la serva devota delle credenze della Chiesa.

Se sotto a questo riguardo noi diamo qui un'occhiata alla storia della filosofia, troviamo già da più di 2500 anni una continua lotta fra due grandi indirizzi, il *dualismo* della maggioranza (con tendenze teologiche e mistiche) ed il *monismo* della minoranza (con tendenze razionalistiche e naturalistiche).

Degni sopra tutti di ammirazione ci appaiono quei grandi liberi pensatori dell'antichità classica, che già nel VI secolo prima di Cristo posero le basi di un concetto monistico dell'universo, dapprima i filosofi naturali ionici: Talete, Anassimandro, Anassimene; un po' più tardi Eraclito, Empedocle, Democrito. Essi fecero il primo serio tentativo per concepire l'universo colla ragione pura, indipendentemente da tutte le tradizioni e dai dogmi teologici. Tuttavia questi ammirevoli tentativi del *monismo primitivo*, cui diede perfetta espressione il grande poeta-filosofo Lucrezio Caro (38-54 a. Cristo) nel suo poema didascalico *De rerum natura*, furono presto soffocati poichè il credente dualismo di Platone fece largamente accettare il dogma della immortalità dell'anima e del trascendente « mondo delle idee ».

Credenze miracolose di Platone. — Dopochè già gli Eleati (Parmenide, Zenone) nel v secolo avanti Cristo ebbero tracciata la scissione del concetto cosmico in due diversi campi, riuscì a Platone ed al suo grande discepolo Aristotele (nel IV secolo avanti Cristo) di procacciare a questo dualismo (alla contrapposizione della *fisica* alla *metafisica*) il più ampio riconoscimento. La *fisica* basantesi sulla esperienza si occupa delle apparenze delle cose (*phaenomena*), la *metafisica* invece si occupa della vera essenza delle cose (*noumena*), la quale si asconde dietro alle apparenze; queste intime essenze sono *trascendenti*, sfuggenti alla ricerca *empirica;* esse formano il mondo metafisico delle eterne *idee* il quale è indipendente dal mondo reale ed ha in Dio, nell'assoluto, la sua più alta unità. L'anima, la quale come idea eterna vive transitoriamente nel frale corpo umano, è immortale. La netta separazione dell'aldiquà dall'aldilà, del corpo e dell'anima, del mondo e di Dio è la più importante caratteristica di questo logico dualismo del sistema di Platone; esso ebbe presto una straordinaria influenza perchè Aristotele lo collegò alla sua metafisica empirica fondata su copiose osservazioni scientifiche e nella *entelechia* di ciascun essere, nell'essere operante con finalità, sviluppò più oltre l'*idea*, e specialmente perchè il cristianismo (400 anni dopo) trovò presto in questo dualismo un ben accetto complemento del proprio indirizzo trascendentale.

Credenze miracolose del medio evo. — Nel millennio che gli storici chiamano « medio evo » e che per solito si colloca fra la caduta dell'impero romano (476) e la scoperta dell'America (1492) le *credenze miracolose dei popoli civili* raggiunsero il loro più ampio sviluppo. In filosofia restò affatto predominante l'autorità di Aristotele, e la dominante Chiesa cristiana la sfruttò pei suoi scopi. Ma nella vita pratica si mostrò molto più grande l'influsso delle dottrine cristiane con tutti quei variopinti accessorii che le molte storielle meravigliose della Bibbia avevano aggiunto all'edificio dei suoi dogmi. In tutte le dottrine della fede prevalevano i tre dogmi centrali della metafisica a cui primo Platone aveva dato pieno vigore: il dio personale come creatore dell'universo, l'immortalità dell'anima ed il libero arbitrio dell'uomo. Poichè il cristianesimo dava la massima importanza teoricamente ai due primi articoli, praticamente al terzo, al libero arbitrio, il *dualismo metafisico* giunse presto ad essere dappertutto e generalmente accettato. Soprattutto però si oppose all'indipendente ricerca della verità il *disprezzo della natura* che è proprio del cristianesimo, il suo disprezzo del valore della vita terrena e il suo continuo affisarsi nella « vita eterna » del dilà. Mentre si respinse in ogni modo la luce della critica

filosofica, vegetò lussureggiante il fiorito giardino delle poetiche fedi facendo apparire ovvio ogni soprannaturale prodigio. Quali frutti abbia maturato nella vita pratica questa fede nei miracoli, scevra di ogni critica, lo insegna la trista storia dei costumi medioevali colle inquisizioni e le guerre religiose, cogli strumenti di tortura ed i processi delle streghe. Di fronte ai soliti sdilinquimenti per il romanticismo del medio evo cristiano, per le crociate e l'abbagliante fulgore della Chiesa, non sarà mai superfluo l'indicare anche queste pagine oscure e sanguinose.

Credenza miracolosa di Kant. — Un apprezzamento imparziale degli enormi progressi fatti dalla scienza della natura nel corso del XIX secolo ci dà la certezza che i tre grandi *dogmi centrali della metafisica* stabiliti da Platone non sono più sostenibili dalla « ragion pura ». Il chiaro concetto che abbiamo omai acquistato del regolare nesso causale di tutti i processi naturali, soprattutto la convinzione che abbiamo della generale validità della legge della sostanza, è incompatibile colla credenza in un dio personale, nell'immortalità dell'anima e nel libero arbitrio. Se ciò malgrado la fede in questi tre prodigii si mantiene ancora in amplissima cerchia di persone colte, anzi è stimata dai metafisici di professione come risultato intangibile della *filosofia critica*, questo fatto notevole si deve in prima linea spiegare colla potente influenza di un solo grande pensatore, di EMANUELE KANT. Il suo cosidetto *criticismo*, che in realtà è un ibrido prodotto del connubio fra la « ragion pura » e la pratica fede nel miracolo, è venuto in tanta stima al disopra degli altri recenti saggi di concetto cosmico che ci è forza insistere ancora qui sulla sua straordinaria importanza.

Dualismo di Kant. — In quale profondo contrasto si trovi il nostro unitario concetto cosmico, il monismo, colla duplice filosofia di Kant fu già da me rilevato nel XIV e XX capitolo dei « Problemi ». Nell'appendice all'edizione popolare di esso (pag. 534 della traduzione italiana) ho soprattutto posto in evidenza le strane contraddizioni, già da molti filosofi sentite e lamentate, in cui cade la filosofia kantiana: anzi ogni volta che si considera una delle sue dottrine si deve dapprima domandare: « di quale Kant si parla? di Kant n° 1, il fondatore della cosmogonia monistica, il *critico* scrutatore della ragion pura? o di Kant n° 2, l'autore della dualistica critica del giudizio, il dogmatico inventore della ragione pratica? » Queste intime contraddizioni si spiegano in parte colle « metamorfosi psicologiche » attraversate da Kant come da molti altri pensatori (« Problemi dell'universo », capitolo VI) in parte poi col persistente conflitto fra i suoi sforzi scientifici per la spiegazione meccanica del « diquà » e il suo bisogno religioso (spiegabile coll'eredità e coll'educazione) di una mistica fede nell' « al dilà ». Essi si imperniano nella distinzione di due diversi mondi, il sensibile e lo spirituale. Il *mondo sensibile* (« mundus sensibilis ») è accessibile ai nostri sensi ed

alla nostra ragione ed è empiricamente riconoscibile sino ad un certo limite. Ma dietro di esso si cela il *mondo spirituale* (« mundus intelligibilis ») del quale nulla sappiamo e nulla possiamo sapere; della esistenza di esso (della « cosa in sè ») ci devono però convincere le aspirazioni del nostro *animo*. In questo mondo *trascendente* abitano le potenze del misticismo.

Si vanta come merito speciale del *criticismo* di Kant che egli abbia per primo posto chiaramente la questione: « come sia possibile la conoscenza? » Cercando di sciogliere questo problema *introspettivamente*, con acuta analisi della sua propria attività raziocinante, egli venne alla conclusione che le più importanti e sicure di tutte le conoscenze, cioè quelle matematiche, riposano su giudizii sintetici *a priori* e che la pura scienza naturale è solo possibile alla condizione che vi siano « puri concetti intellettivi *a priori* » indipendenti da qualsiasi esperienza, senza giudizii *a posteriori*. Kant ritenne questa altissima facoltà dell'intelletto umano come data ad esso *ab origine* e non si interrogò mai sulla sua evoluzione, sul suo meccanismo fisiologico e sul suo organo anatomico, il cervello. Le incompletissime conoscenze che possedeva l'anatomia umana ancora al principio del XIX secolo circa la meravigliosamente complicata anatomia del cervello non concedevano ancora un giusto concetto della sua funzione fisiologica.

Ciò che ora ci appare *ontogeneticamente* come una « innata » facoltà del nostro fronema, come dato *a priori*, fu originariamente, *filogeneticamente*, acquisito per una lunga serie di adattamenti cerebrali dei nostri progenitori vertebrati, per mezzo di innumerevoli percezioni di senso ed esperienze *a posteriori*.

La teoria critica della conoscenza di Kant, tanto celebrata ed ammirata, è dunque tanto dogmatica come la sua dottrina della *cosa in sè*, di quell'essenza inconcepibile che si celerebbe dietro ai fenomeni. Questo dogma si basa sulla giusta idea che la nostra conoscenza acquisita per mezzo dei sensi è *incompleta;* questa giunge solo fin dove lo permettono l'energia specifica dei nostri sensi e la struttura del nostro fronema. Da ciò però non segue affatto che essa non sia poi che una fallace apparenza e tanto meno che il mondo esterno non *esista* che nei nostri concetti. Se tutti gli uomini sani col loro senso del tatto ed il loro senso dello spazio si persuadono che il sasso da essi toccato riempie una parte dello *spazio*, allora esiste anche questo spazio, e quando tutti i veggenti son d'accordo su ciò che il sole ogni giorno sorge sulla terra e tramonta, è con ciò dimostrato che uno di questi due corpi celesti si muove ed è in pari tempo dimostrata l'esistenza reale del *tempo*. Spazio e tempo non sono solamente necessarie « concezioni » della conoscenza umana, ma anche rapporti che esistono realmente ed indipendentemente da essa.

Credenze miracolose del secolo decimonono. — Il crescente riconoscimento di fisse leggi naturali che andò di pari passo col meraviglioso accrescimento che ebbero tutte le scienze naturali nel XIX secolo dovette naturalmente ridurre sempre più la cieca fede nei miracoli. Se tuttavia essa ancor oggi largamente persiste, ciò si spiega soprattutto con tre ragioni: col perdurante influsso della metafisica dualistica, coll'autorità della dominante Chiesa cristiana e finalmente colla coercizione esercitata dallo Stato moderno, il quale si appoggia sulle precedenti. Questi tre potenti sostegni delle credenze miracolose, i quali si collegano l'uno coll'altro, sono così pericolosi

nemici della pura ragione e della verità da questa cercata che noi qui dobbiamo ancora insistere in modo affatto speciale sulla loro attuale importanza. Realmente si tratta qui della seria lotta per i sacri beni dei popoli civili. La lotta contro la superstizione e l'ignoranza è *lotta per la coltura;* solo allora la nostra coltura moderna ne uscirà vittoriosa e noi oltrepasseremo lo stato barbarico della nostra vita politica e sociale quando la luce del vero conoscimento della natura avrà distrutto, insieme colla credenza al miracolo, anche il predominio dei pregiudizii dualistici.

Credenze miracolose della metafisica moderna. — La memorabile storia della filosofia nel XIX secolo, la quale ha ancora da essere scritta da un imparziale e variamente istruito storico della coltura, ci mostra in prima linea la lotta sempre crescente e gli sforzi delle moderne scienze naturali contro la predominante potenza della tradizione e del dogma. Nella prima metà di quel secolo si svilupparono i singoli rami della biologia indipendentemente, senza venire in stretto contatto colla filosofia naturale; il grandioso slancio dell'anatomia e fisiologia comparata, dell'embriologia e della paleontologia, della teoria cellulare e della sistematica fornì agli scienziati un così ricco materiale d'osservazione che essi non diedero gran valore alla speculativa metafisica.

Diversamente andarono le cose nella 2ª metà del secolo XIX. Poco dopo il principio di essa scoppiò la lotta per « l'immortalità dell'anima », nella quale Moleschott (1852), Büchner e Carlo Vogt (1854) affermarono la dipendenza fisiologica della psiche dal cervello, mentre dall'altro lato Rodolfo Wagner cercava di sostenere l'essenza soprannaturale di essa, secondo l'opinione della dominante metafisica. Allora determinò sopra tutti Carlo Darwin (1859) quella grandiosa riforma della biologia che ci aprì gli occhi sull'origine naturale delle specie e confutò il dogma della creazione. Quando poi venne dall'antropogenia (1874) l'applicazione della teoria dell'evoluzione e della legge biogenetica fondamentale all'uomo e fu dimostrata l'origine di questo da una serie di altri mammiferi, dovette naturalmente la miracolosa credenza nell'immortalità dell'anima e nel libero arbitrio perdere l'ultimo appoggio tanto come la fede in un Dio antropomorfo ed individuale. Malgrado ciò questi tre dogmi centrali si mantennero tuttavia predominanti nella moderna filosofia delle scuole, la quale per la massima parte si moveva nell'orbita assegnata da Kant. La maggior parte dei filosofi delle nostre Università sono ancora oggi degli unilaterali metafisici e idealisti pei quali cale più la *poesia del mondo intelligibile* che non la *verità del mondo sensibile;* essi ignorano

i grandi progressi della moderna biologia e specialmente della teoria dell'evoluzione; le difficoltà che queste ultime oppongono al loro trascendente idealismo essi cercano di girarle colla sofistica e colla ginnastica delle idee: nello sfondo di tutti questi sforzi metafisici stà come una volta l'egoistico desiderio di salvare dal naufragio l'immortalità dell'anima individuale. Qui essi si incontrano colla dominante teologia che a sua volta se ne appella a Kant. È caratteristico in questa scissura il deplorevole stato della moderna *psicologia;* mentre qui l'empirica fisiologia e patologia del cervello fanno grandissime scoperte, mentre l'anatomia ed istologia comparata del cervello illuminano la complicata e meravigliosa struttura di esso fin nelle più minute particolarità, mentre l'ontogenia e la filogenia del cervello ci spiegano la naturale origine di esso, la speculativa « psicologia di professione » se ne sta generalmente da parte e nelle sue analisi introspettive dell'attività cerebrale non permette che si parli dello stesso cervello, cioè dell'organo di essa; essa pretende spiegare il lavorìo d'una macchina estremamente complicata senza conoscerne la struttura. Niuna meraviglia allora che sulle cattedre di filosofia delle nostre Università la dualistica credenza nel miracolo, legittimata dall'autorità di Kant, seguiti ancora a fiorire allegramente come nel medio evo.

Credenze miracolose della moderna teologia. — Se già la filosofia ufficiale, che dovrebbe essere la cercatrice della verità e delle leggi naturali, malgrado tutti i progressi della conoscenza empirica della natura, rimane così inceppata nella fede ai miracoli, non ci può certo stupire che lo stesso accada per la teologia ufficiale. È vero che anche qui il sentimento della verità che è penetrato in molti teologi sinceri e scevri di pregiudizii ha molto allentato la compagine del venerabile edificio dei dogmi e vi ha dischiuse molte porte per cui potesse penetrare la luce della moderna conoscenza della natura. Già nel primo terzo del secolo XIX una liberale frazione della Chiesa protestante tentò di svincolarsi dal dogma tradizionale e di venire ad un accordo colla pura ragione; il più segnalato rappresentante di quella, Schleiermacher di Berlino, malgrado la sua particolare ammirazione per Platone e per la sua metafisica dualistica, si ravvicina tuttavia in più modi al moderno panteismo. Dai teologi critici che gli tennero dietro, specialmente dalla « scuola di Tubinga » (Baur, Zeller, ecc.), fu molto favorito lo studio critico dei vangeli, delle loro fonti e della loro evoluzione, sottraendo così sempre più terreno alle fedi miracolose del cristianesimo. Finalmente la critica radicale di Davide Federico Strauss (vero squarciatore di veli) dimostrò nella « Vita di Gesù » (1835) il carattere mitologico di tutto l'edificio delle dottrine cristiane;

questo onesto e geniale teologo nel suo celebre scritto sopra « l'antica e la nuova fede » (1872) si dichiarò in ultimo interamente libero dalle credenze miracolose e riconobbe alla scienza della natura ed alla filosofia monistica, basata su di essa, il diritto di edificare un naturale concetto cosmico sul terreno dell'empirìa critica. Recentemente l'opera sua fu continuata soprattutto da Alberto Kalthoff. Anche molti teologi recenti (come per es. Savage, Nippold, Pfleiderer ed altri promotori dell'unione liberale dei protestanti) si sono variamente sforzati di accogliere fino ad un certo punto le richieste della progredita conoscenza della natura, di conciliarle colla teologia e di svincolarsi dalle soprannaturali credenze nei prodigii. Ma questi liberi sforzi verso un concetto monistico e panteistico dell'universo rimangono pur sempre isolati e abbastanza inefficaci. La gran maggioranza dei moderni teologi si attacca ancora tenacemente al tradizionale edificio dei dogmi della Chiesa, le cui colonne e finestre sono dovunque ornate di miracoli. Mentre alcuni protestanti liberali si limitano ai tre dogmi centrali, i più credono ancora alle molte leggende miracolose ed ai miti che riccamente adornano i vangeli. Quest'*ortodossia* tende ora tanto più a prevalere quanto più essa è favorita, per ragioni politiche, dalle tendenze conservative od anche reazionarie di molti governi.

Credenze miracolose della politica moderna. — La maggior parte dei nostri governi si tien salda all'antico legame colla Chiesa ed alla convinzione che la tradizionale fede nel miracolo sia il miglior sostegno per la loro sicura e tranquilla esistenza. Trono ed altare devono reciprocamente appoggiarsi e proteggersi. Questa politica cristiana conservatrice incontra però due ostacoli sempre più serii: da un lato la gerarchia ecclesiastica si sforza sempre di sovrapporre la sua potenza spirituale alla temporale e di asservirsi lo Stato; d'altra parte il moderno diritto della rappresentanza popolare nei parlamenti dà sovente modo di far valere la voce della ragione e di sostituire agli antiquati concetti conservatori delle riforme adatte ai tempi. Tanto i sovrani quanto i ministeri dell'istruzione, la cui influenza in questa lotta è molto importante, favoriscono per solito le vecchie credenze ecclesiastiche, non perchè essi siano convinti della verità del miracolo, ma perchè dalla luce essi temono la caduta, e perchè dei sudditi creduli e ignoranti si reggono più facilmente e comodamente che non dei cittadini illuminati e liberamente pensanti. Così avviene che noi ora nelle più varie occasioni, discorsi della Corona, brindisi, benedizione di bandiere, inaugurazione di monumenti, sentiamo oratori influenti e pieni di talento vantare il valore della *fede*, dando nella

lotta fra scienza e fede la prevalenza a quest'ultima. Onde nasce presso i popoli di alta coltura (per es. in Prussia) il paradossale fenomeno che da una parte viene insistentemente favorita la moderna scienza e tecnica, e dall'altra pure la Chiesa ortodossa che ne è naturalmente la mortale nemica. Per solito in quei discorsi non si spiega troppo a quanti e quali *miracoli* si deva estendere quella fede che viene raccomandata, ma se ulteriormente progredisca in Germania la reazione, nel campo della vita intellettuale superiore, ci sarà ancora concesso di vedere determinato per legge, almeno pei preti, insegnanti ed altri impiegati dello Stato, se si debba credere solo ai tre grandi misteri centrali: il Dio personale trino ed uno del catechismo, l'immortalità dell'anima personale e l'assoluta libertà del volere umano, o se anche ai tanti altri miracoli che ci vengono raccontati dai vangeli, dalle sacre leggende e dai giornali ultramontani.

Credenze miracolose dello spiritismo. — La raffinata fede miracolosa della filosofia pratica di Kant assunse nei successori di esso, nei neokantiani, forme molto diverse, accostandosi, ora più ora meno, alle dominanti credenze della Chiesa. Per una lunga scala di variazioni, che anche oggi sono in movimento, si va gradatissimamente a quella grossolana forma di superstizione che, sotto il nome di *spiritismo* ha ancor oggi una grande importanza e che è la base delle cosidette *scienze occulte* (*occultismo*). Lo stesso Kant, malgrado il suo *criticismo* strordinariamente limpido ed acuto, aveva verso il misticismo e verso il *dogmatismo* positivo una forte tendenza, la quale spiccò soprattutto nei suoi tardi anni; egli trovava molto elevato il concetto di Swedenborg, che il mondo degli spiriti costituisca uno speciale e reale universo e paragonò questo al suo *mundus intelligibilis*. Fra i filosofi della natura della prima metà del secolo XIX hanno, soprattutto Schelling (nei suoi scritti posteriori), Schubert (nella « Storia dell'anima » e nelle « Vedute del lato oscuro delle scienze naturali ») e Perty (nella sua mistica Antropologia) trattato della misteriosa « meraviglia della vita » dell'attività psichica, cercando di connetterla da un lato con funzioni fisiologiche del cervello, dall'altro con soprannaturali fenomeni spirituali. Queste moderne storie di « spiriti » han lo stesso valore che avevano nel medio evo magia e cabala, astrologia e necromanzia, interpretazione dei sogni ed invocazione del diavolo.

Allo stesso gradino di irragionevole *superstizione* sta il moderno *spiritismo* ed *occultismo*, che si trova sostenuto in numerosi libri e giornali. Fra le « persone colte » dei popoli civili si trovano pur sempre migliaia di creduli che si lasciano ingannare dai giochetti degli

spiritisti e dai loro *medii* e volentieri credono l'« incredibile »; gli spiriti picchianti, i tavolini semoventi, lo scrivere dei « psicografi », la « materializzazione » dello spirito dei morti, persino la fotografia degli spiriti trovano fede non solo nella massa ignorante priva di giudizio, ma anche nelle più alte sfere di persone colte e persino in qualche naturalista ricco di fantasia. Inutilmente si è dimostrato con numerose osservazioni ed esperimenti imparziali che tutte queste incongruità occultistiche riposano in parte sull'inganno cosciente, in parte sull'inganno di se stessi dovuto a mancante critica; vale sempre l'antico detto: *Mundus vult decipi;* il mondo *vuole* essere ingannato. Questa pazzia spiritistica diviene soprattutto pericolosa quando si ammanta in apparenze scientifiche, quando trae a suo vantaggio i fenomeni fisiologici dell'*ipnotismo* od anche si avvolge nel manto del *monismo*. Così per es. uno dei più favoriti e valenti scrittori occultisti, Carlo du Prel, ha scritto non solo una « Filosofia del misticismo e studii nel campo delle scienze occulte », ma anche (1888) una « Teoria *monistica* dell'anima » che è da capo a fondo *mistica* e *dualistica*. In questi diffusissimi scritti una ricca fantasia ed una brillante esposizione si sposano ad una strana mancanza di critica e di serie conoscenze biologiche (cfr. « Problemi », capit. XVI). Sembra che anche nella maggior parte dei moderni « uomini colti » la tendenza ereditaria al misticismo ed alla superstizione non si possa sradicare; essa si spiega filogeneticamente colla nostra origine da preistorici barbari e selvaggi, presso i quali il principio dei concetti religiosi era ancora interamente dominato dall'*animismo* e dal *feticismo*.

QUARTO CAPITOLO

BIOLOGIA

Filosofia naturale biologica. — Monismo e dualismo.

Indirizzi e rami della biologia.

« È condizione indispensabile pel progresso di qualsiasi scienza che il lavoro speciale non perda di vista lo scopo generale, il grande cómpito, per cui ne risulti una ricerca metodica secondo un piano determinato. Ciò è solo possibile a patto che lo studioso sappia da un punto elevato dare uno sguardo a tutto il campo di ricerca, che abbia come una carta geografica sulla quale spariscano gli oggetti piccoli, insignificanti, sulla quale solo concorrano in grandi linee a formare una netta immagine comune i più importanti e significanti fatti, concetti e problemi. Di un tale colpo d'occhio non ha bisogno solo lo scienziato, lo richiede ogni persona colta ».

MAX VERWORN (1894).

« Di giorno in giorno si moltiplicano i segni del desiderio e del bisogno di un'ampia integrazione dell'enorme materiale empirico che si è raccolto dalla biologia e dagli altri rami speciali della biologia negli ultimi decennii. È giunto il tempo di presentare in modo coordinato l'energetica generale dei fenomeni vitali ».

MAX KASSOWITZ (1898).

SOMMARIO DEL CAPITOLO QUARTO

Scopo della biologia. — Relazioni colle altre scienze — Biologia generale e speciale. — Filosofia naturale. — Monismo: Ilozoismo, materialismo, dinamismo (energetica). — Naturalismo. — Natura e spirito. — Fisica. — Metafisica. — Dualismo. — Libertà e legge naturale. — Dio nella biologia. — Realismo. — Idealismo. — Rami della biologia. — Morfologia e fisiologia. — Anatomia e biogenia. — Ergologia e perilogia.

BIBLIOGRAFIA

Reinhold Treviranus, 1802. *Biologie oder Philosophie der lebenden Natur*, 6 volumi. Göttingen. (Biologia o filosofia della natura vivente).

Johannes Müller, 1833. *Handbuch der Physiologie des Menschen*, 2 vol. 4ª edizione, 1844. Coblenza. (Manuale di fisiologia umana).

Matthias Schleiden, 1844. *Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik*, 3ª edizione, 1849. Lipsia. (Principii di botanica scientifica).

Herbert Spencer, 1864-67. *Principles of biology*. (Principii di biologia).

Ernst Haeckel, 1866. *Allgemeine Untersuchungen über die Natur und erste Entstehung der Organismen und ihr Verhältniss zu den Anorganen. II. Buch der Generellen Morphologie*. Berlino. (Morfologia generale, libro II).

Idem, 1878. *Biologische Studien. I. Studien über Moneren. II. Studien zur Gasträa-Theorie*, 1873. Jena. (Studii biologici).

Claude Bernard, 1870. *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*. Parigi.

Max Verworn, 1894. *Allgemeine Physiologie*, 4ª ediz., 1904. (Fisiologia generale).

Julius Wiesner, 1902. *Biologie der Pflanzen*. Vienna. (Biologia delle piante).

Max Kassowitz, 1899. *Allgemeine Biologie*, 3 vol. Berlino. (Biologia generale).

Johannes Reinke, 1901. *Einleitung in die theoretische Biologie*. Berlino. (Introduzione alla biologia teorica).

Franceschini, 1892. *Die Biologie als selbständige Wissenschaft*. Lipsia. (La biologia come scienza indipendente).

Ernst Haeckel, 1869. *Entwickelungsgang und Aufgabe der Zoologie. Gemeinverständliche Vorträge*. Vol. II. Bonn. (Evoluzione e scopo della zoologia).

Erdmann, 1887. *Geschichte der Entwickelung der Methodik der biologischen Naturwissenschaften*. (Storia dello sviluppo del metodo delle scienze biologiche).

Rudolf Eisler, 1899. *Wörterbuch der philosophischen Begriffe und Ausdrücke*. Berlino. (Dizionario dei concetti filosofici).

Biologisches Centralblatt, 24 vol., 1881-1904. Lipsia.

Lo smisurato dominio della scienza nel corso del XIX secolo si è straordinariamente allargato; molti nuovi rami delle scienze naturali si sono fatti autonomi; molti nuovi e fecondissimi metodi di ricerca sono stati trovati e sono stati applicati praticamente col massimo successo pel progresso della nostra moderna vita civile. Ma questo grandioso allargamento della scienza ha anche avuto i suoi lati oscuri; l'inevitabile estendersi della divisione del lavoro ha condotto ad un troppo unilaterale sviluppo dello specialismo in molti ristretti campi; così la naturale connessione fra i singoli rami della scienza e le loro relazioni col tutto sono state variamente allentate o affatto perdute. Molti nuovi concetti che nei differenti rami della scienza sono stati da cultori unilaterali di essi intesi in diverso senso, han dato spesso occasione a malintesi e confusioni. L'enorme edificio della conoscenza della natura minaccia sempre più di diventare una torre di Babele, nei cui intricati e labirintici anditi appena qualcuno può orientarsi, mentre quasi nessuno comprende più la lingua degli altri lavoratori. In queste circostanze sembra importante, al principio dei nostri studii filosofici sulle « meraviglie della vita » di aver ben chiaro il nostro còmpito; noi dobbiamo determinare nettamente la posizione della *scienza della vita* o *biologia* rispetto alle altre scienze come pure le relazioni che hanno i suoi rami l'uno coll'altro e coi varii indirizzi della filosofia.

Concetto di biologia. — La *biologia* nel più ampio senso, quale noi qui la intendiamo, comprende il *complesso di tutta la conoscenza degli organismi* o corpi naturali viventi. Vi appartengono dunque, dato questo ampio dominio, non solo la botanica e zoologia, ma anche l'antropologia con tutti i suoi rami. Di fronte alla biologia sta allora dall'altra parte la scienza degli anorgani o corpi naturali « inanimati »: l'*abiotica* od *abiologia* (detta anche *anorgologia* od *anorganologia*); a questa appartengono l'astronomia, geologia, mineralogia, idrologia, ecc. La divisione di questi due territorii principali della

scienza della natura appare facile inquantochè il concetto di *vita* è nettamente caratterizzato fisiologicamente dal ricambio, chimicamente dal plasma; frattanto un esame imparziale ci persuaderà (capitolo XV) che quella bipartizione non è assoluta e che la vita organica è sôrta dalla natura inorganica; così la *biologia* e l'*abiotica* sono due parti insieme connesse della *cosmologia* o scienza dell'universo.

Mentre ora nella maggior parte delle opere scientifiche il concetto di biologia non è usato che in questo amplissimo senso, si è largamente conservata ancora (soprattutto in Germania) un'applicazione più stretta dello stesso concetto. Molti autori (soprattutto fisiologi) comprendono sotto questo nome una parte della fisiologia, cioè la scienza dei rapporti degli organismi viventi col mondo esterno, della loro abitazione, delle loro abitudini e dei loro compagni, nemici, parassiti, ecc. Già da molto tempo (1866) io ho proposto di dare a questo speciale ramo della biologia il nome di *ecologia* (governo della casa) o *bionomia;* venti anni più tardi altri ha usato per ciò il nome di *etologia*. Designare ancora oggi questa speciale disciplina col nome di *biologia* in stretto senso è al tutto insostenibile, perchè questo nome è l'*unica* designazione che si abbia per indicare il campo complessivo della scienza naturale organica.

Biologia generale speciale. — Come in ogni altra scienza, così anche nella biologia si può distinguere una *parte generale* ed una *parte speciale*. La *biologia generale* comprende tutte le conoscenze generali della natura vivente; essa è l'oggetto dei nostri studii filosofici sulle « meraviglie della vita ». Noi possiamo anche chiamarla *filosofia biologica* poichè lo scopo della vera e pura *filosofia* non può essere altro che l'unificazione e la ragionevole spiegazione di tutti i risultati *generali* delle ricerche scientifiche. Le innumerevoli *singole* conoscenze dei fatti che sono acquistate coll'osservazione e coll'esperimento e che nella filosofia vengono riunite in un quadro sintetico dell'universo sono oggetto della scienza sperimentale (*empirìa*). Poichè quest'ultima nel campo del mondo organico forma, come *empirìa biologica*, l'oggetto più prossimo della biologia e si sforza di dare nel sistema dei corpi naturali un ordinamento logico ed un raggruppamento chiaro delle innumerevoli forme vitali, questa *biologia* speciale viene spesso anche designata semplicemente col nome di *sistematica*.

Filosofia naturale biologica. — I primi ampii tentativi di riunire in un quadro unitario il ricco materiale di fatti biologici che erano stati raccolti dalle ricerche naturali sistematiche del XVIII secolo, furono fatti dalla cosidetta « antica filosofia naturale » al principio

del secolo XIX. Già nel 1802 Reinhold Treviranus (in Brema) nella sua « Biologia e filosofia della natura vivente » aveva fatto un ingegnoso sforzo verso la soluzione di questo difficile còmpito in senso monistico. Speciale importanza ebbe in ciò l'anno 1809, nel quale Giovanni Lamarck (in Parigi) pubblicò la sua « Filosofia zoologica » e Lorenzo Oken (in Jena) il suo « Trattato di filosofia naturale ». I meriti di Lamarck, vero fondatore della *Teoria dell'evoluzione*, furono da me apprezzati in scritti anteriori (*). In essi io ho anche rammemorato gli importanti meriti di Lorenzo Oken, il quale, non solo nella sua grande « Storia naturale generale », risvegliò in ampie cerchie l'interesse per questa scienza, ma espresse anche molte idee generali di grande valore. La sua « diffamata » teoria dell'*Urschleim* (mucilagine primordiale) e degli « infusorii » da esso formati non è altro che l'idea fondamentale della teoria del protoplasma e della teoria cellulare che solo molto più tardi ebbero il meritato riconoscimento. Questi ed altri meriti dell'antica filosofia naturale vennero parte ignorati, parte dimenticati, perchè l'alto volo di questi pensieri sorpassava troppo l'orizzonte dell'empirica scienza naturale d'allora ed in parte si smarriva in speculazioni fantastiche e prive di base. Quanto più nel mezzo secolo seguente l'empirismo si sviluppò entro determinati limiti, quanto più la esatta osservazione e descrizione dei singoli fenomeni occupò i naturalisti tanto più si prese l'abitudine di disprezzare ogni sorta di *filosofia naturale*. Con ciò era soprattutto paradossale che nello stesso tempo si lasciasse in pieno vigore l'idealistica *metafisica* e si ammirassero i suoi castelli in aria cui mancava ogni fondamento biologico.

La grandiosa riforma della biologia provocata nel 1859 da Carlo Darwin colla sua opera fondamentale sulla origine delle specie diede la spinta ad un nuovo potente slancio della filosofia naturale. Poichè in quest'opera non solo il ricco materiale dei fatti raccolti nel frattempo è utilizzato in pro della *teoria della discendenza*, ma a questa, per mezzo della *teoria della selezione* (darwinismo propriamente detto), è data una nuova base, tutto spingeva a riunire in un unico quadro monistico dell'universo i nuovi concetti della natura che così si erano raggiunti. Il primo tentativo in questo senso lo feci io stesso, nel 1866, nella mia « Morfologia generale »; poichè questa trovò poco consenso fra i colleghi che più specialmente doveva interessare, io intrapresi nella « Storia della creazione naturale » (1868) di renderne accessibili i pensieri fondamentali ad una più ampia schiera di lettori. Il vistoso

(*) Morfologia generale, 1866; Storia della creazione naturale, 1868 (10ª edizione 1902); Antropogenia, 1875 (5ª ediz. 1903).

successo di questo libro (di cui apparve nel 1902 la decima edizione) mi incoraggiò, al termine del XIX secolo, a riunire le proposizioni principali e generali della mia filosofia monistica nel mio libro sui « Problemi dell'universo ». Contemporaneamente (1899) apparve il libro del botanico (di Kiel) Giovanni Reinke: « Il mondo come fatto, schizzo d'un concetto cosmico fondato sulle scienze naturali »; due anni più tardi seguì come complemento di esso la sua « Introduzione alla biologia teorica ». Poichè Reinke tratta tutti i problemi della della filosofia naturale da un punto di vista interamente mistico e *dualistico*, esso si trova in opposizione fondamentale colla mia base naturalistica e *monistica*.

Monismo. — La storia della filosofia ci presenta un'infinita varietà di diversi concetti che l'uomo pensante si è fatto da tre millennii intorno all'essenza dell'universo e dei suoi fenomeni. Un'approfondita ed imparziale esposizione di queste numerose forme dei concetti cosmici ci fu data dall'Ueberweg nel suo eccellente « Schizzo della storia della filosofia » (9ª ediz. a cura di Max Heinze, 1903). Un chiaro e semplice « schizzo schematico-tabellare » di esse fu pubblicato in 30 tavole da Fritz Schultze nel suo « Albero genealogico della filosofia », presentandoci così coordinatamente la *filogenesi delle idee* (2ª ediz., 1899). Se noi gettiamo uno sguardo su questa poderosa schiera di sistemi biologici dal punto di vista generale della nostra biologia, noi li possiamo distribuire tutti in due distinti gruppi. Il primo e minore gruppo comprende la *filosofia monistica* la quale riconduce tutti i fenomeni cosmici ad un solo principio comune. Il secondo e maggiore gruppo, al quale appartiene la gran maggioranza di tutti i sistemi biologici, costituisce la *filosofia dualistica* secondo la quale vi sono nell'universo due principii affatto distinti; questi vengono contrapposti l'uno all'altro ora come « Dio e mondo », ora mondo spirituale e mondo corporale, ora come spirito e natura, ecc. Questo contrasto di *monismo* e *dualismo* è, secondo la mia opinione, ciò che v'ha di più importante in tutta la storia della filosofia; tutte le altre forme di concetto cosmico si possono ricondurre come variazioni all'una di quelle due o ad una *miscela* ora più ora meno confusa di entrambe.

Ilozoismo (od *Ilonismo*). — Quella forma di monismo che io considero come la più perfetta espressione della verità universale e che ho sostenuto da 38 anni nei citati scritti, viene ora chiamata per solito *ilozoismo*. Questa parola esprime il concetto che la sostanza possiede due qualità fondamentali od attributi: come materia essa

riempie lo spazio; come forza o spirito essa possiede la sensazione (cfr. capit. XIX). Spinoza che nella sua *Filosofia dell'identità* ha dato la più perfetta espressione a questo pensiero fondamentale e che ha inteso nel modo più puro il concetto di *sostanza* (come di essenza cosmica che tutto abbraccia), ascrive ad essa in generale due attributi essenziali: estensione e pensiero. Il concetto di *estensione* (*extensio*) è equivalente a quello di *spazio* reale (materia), il concetto di *pensiero* (*cogitatio*) con quello di *sensazione* (incosciente); non si deve confondere quest'ultima coll'(intelligente e cosciente) pensiero dell'uomo; questo « intelletto » è solo un modo speciale di quel « pensare » che è comune all'uomo ed agli animali superiori. Se Spinoza identifica la sua *sostanza* colla *natura* e con *Dio* (*Deus sive natura*) e se perciò il suo monismo viene anche chiamato *panteismo*, s'intende che si escluda qui l'*antropismo* o la personificazione del concetto di Dio.

Materialismo. — Gran parte dell'immensa confusione che regna nella lotta dei filosofi e dei loro sistemi viene dall'oscurità e dalla molteplicità di sensi di molti concetti fondamentali. I concetti di sostanza e Dio, di anima e spirito, di sensazione e materia vengono fra loro scambiati ed usati nei più varii sensi. Ciò vale soprattutto pel *materialismo* che spesso viene semplicemente considerato come equivalente al nostro *monismo* e respinto insieme ad esso. La ripulsione morale sollevata dall'idealismo verso il materialismo *pratico*, cioè verso il puro egoismo del godimento sensuale, viene semplicemente trasportata sul materialismo *teorico* che non ci ha che vedere, e le accuse che a ragione si sollevano contro il primo vengono anche, e senza giustificazione, rivolte a quest'ultimo. È dunque molto importante tener ben distinti l'uno dall'altro questi diversi concetti del materialismo.

Materialismo teorico (*Ilonismo*). — Questa forma di concetto realistico del mondo è, quale *filosofia monistica*, certamente nel vero quando essa considera *forza e materia* come indissolubilmente unite e nega l'esistenza di forze immateriali. Essa ha però torto quando nega alla materia ogni sensazione e considera l'energia attuale come una funzione della morta materia. Così già nell'antichità Democrito e Lucrezio ricondussero tutti i fenomeni al movimento di atomi inanimati, come fecero pure nel XVIII secolo Holbach e Lamettrie. Questo modo di vedere viene ancora presentemente conservato dal più dei fisici e dei chimici; essi considerano l'attrazione di massa (*gravitazione*) e l'affinità elettiva (*chemismo*) come pura *meccanica degli atomi* e le mettono a base primitiva di tutti i fenomeni; essi però

non vogliono concedere che quei movimenti presuppongano necessariamente una specie di (inconscia) sensazione. Discutendo a fondo con eminenti fisici e chimici io mi sono spesso convinto che di una simile « animazione » degli atomi essi non ne vogliono sapere. Secondo me essa è un postulato necessario a chi voglia spiegare i più semplici processi fisici e chimici; va da sè che non si debba a questo proposito pensare alla sviluppatissima attività psichica dell'uomo e degli animali superiori, la quale spesso è collegata colla coscienza, piuttosto noi dobbiamo discendere tutta la lunga scala dell'evoluzione di quest'ultima, giù sino ai più semplici protisti, sino alle monere (capit. IX). La psiche di queste omogenee sfere di plasma (per es. delle *cromacee*) non si eleva che di poco sopra quella dei cristalli e come nella sintesi chimica delle monere così anche nella cristallizzazione si deve necessariamente ammettere un debole grado di sensazione (non di coscienza!) se si vuole spiegare il regolare ordinamento delle mobili molecole che vanno a costituire un complesso di forma determinata.

Materialismo pratico (*Edonismo*). — La ripugnanza che si nutre anche oggi da molti contro al materialismo teorico (o monismo unilateralmente materiale) dipende in parte da ciò che esso non riconosce i tre prediletti dogmi centrali della metafisica dualistica, in parte da ciò che lo si confonde a torto coll'*edonismo*. Questo *materialismo pratico* nella sua forma estrema (quale lo intesero nell'antichità Aristippo da Cirene e la sua scuola cirenaica, e più tardi Epicuro) cerca come unico e più alto scopo della vita il godimento, ora piuttosto il grossolano godimento dei sensi, ora il più elevato godimento spirituale. Fino ad un certo punto questa tendenza verso la felicità, verso una vita piacevole e piena di godimenti è innata in ogni uomo come in ogni animale superiore e perciò giustificata; essa cominciò ad essere biasimata e considerata come colpevole quando il cristianismo indirizzò lo sguardo dell'uomo verso la vita futura e gli insegnò a disprezzare la sua esistenza terrena, semplice preparazione al cielo. Che questo ascetismo sia ingiustificato e contro natura lo vedremo più tardi quando studieremo il valore della vita (capit. XVII). Ma come qualsiasi lecito godimento, se esagerato, diventa errore e qualsiasi virtù in tal modo diventa colpa, così anche l'unilaterale *edonismo* si deve eticamente rigettare, soprattutto se esso si colleghi col puro *egoismo*. Tuttavia si deve ben rilevare che appunto questa biasimevole ricerca del piacere non si collega affatto coll'*ilonismo* e per contro si ritrova invece molto spesso nei fautori dell'idealismo. Molti convinti fautori del materialismo teorico (per es. numerosi naturalisti e medici)

conducono vita molto semplice ed illibata e rifuggono dai godimenti materiali. Viceversa molti preti, teologi e filosofi idealisti che predicano l'idealismo teorico sono, nella pratica, veri edonisti; già nell'antichità molti templi servivano nello stesso tempo al culto teorico degli dèi ed a pratici eccessi *in vino et venere;* nel medio evo la lussuriosa e spesso delittuosa vita dell'alto clero (per es. a Roma) non la cedeva a quell'antica ricerca del piacere. Questo fenomeno paradossale si spiega colla speciale attrazione che esercita appunto il godimento proibito. Ma è interamente falso riportare la giustificata ripulsione che si ha verso l'eccessivo ed *egoistico* edonismo sul *materialismo* teorico e di qui sul *monismo.* Altrettanto ingiustificato è il falso e anche oggi sparsissimo disprezzo della *materia* di fronte all'alta stima che si ha dello *spirito.*

La spregiudicata biologia moderna ci ha mostrato che questo cosidetto « spirito », come già disse Goethe, è indissolubilmente congiunto colla materia. La pura esperienza non ci ha finora fatto conoscere alcuno spirito fuori della materia.

Energetica (*Dinamismo*). — Tanto unilaterale come il puro *materialismo* è, dall'altra parte, il puro *dinamismo* che recentemente si è chiamato anche *energetica* (spesso anche *spiritualismo*). Come il primo eleva a causa fondamentale dei fenomeni solo un attributo della sostanza, *la materia*, così fa l'altro pel secondo attributo, *la forza.* Fra gli antichi filosofi tedeschi fu Leibnitz quello che svolse in modo più conseguente questo concetto dinamico dell'universo; fra i moderni in parte Fechner e Zöllner. Recentissimamente lo sviluppò soprattutto Guglielmo Ostwald nella sua « Filosofia naturale » (1902). Quest'opera è *puramente monistica* e cerca molto abilmente di dimostrare che in tutta quanta la natura, tanto nell'organica che nell'anorgica, dappertutto agiscono le medesime forze le quali tutte si subordinano al concetto universale di *energia.* È soprattutto da lodarsi che Ostwald riconduca anche le più elevate funzioni dello spirito umano, coscienza, pensiero, sentimento e volontà, a speciali forme dell'energia (o forza naturale) tanto come i più semplici fenomeni fisici e chimici (calore, elettricità, chemismo). Erra per contro il filosofo-naturale di Lipsia ammettendo che la sua *energetica* rappresenti un concetto cosmico interamente nuovo, poichè le idee fondamentali di essa sono già contenute nel *dinamismo* di Leibnitz ed anche altri filosofi naturali di Lipsia, soprattutto Fechner e Zöllner, si erano variamente avvicinati a tali concetti *spiritualistici;* presso questi ultimi tali concetti finirono in un vero *spiritismo.* Ma l'errore fondamentale di Ostwald sta in ciò che egli scambia i concetti di *energia* e di *sostanza.* Evidentemente la

sua *energia universale* che crea tutto è in fondo lo stesso che la *sostanza* di Spinoza che anche noi abbiamo accettato per la nostra « legge della sostanza ». Per vero Ostwald vuole al tutto spogliare la sostanza dell'attributo *materia* e vanta la sua « vittoria sul materialismo » (1895); egli vuol solo lasciare valido l'altro attributo, l'*energia*, e ricondurre tutte le materie a punti di forza immateriali. Tuttavia, come fisico e chimico, non potrà mai fare a meno della sostanza riempiente lo spazio e questa è « materia », e la deve, quale « latrice di energia » ogni giorno trattare ed utilizzare praticamente così come fa per le sue singole particelle, le fisiche molecole ed i chimici atomi (quand'anche egli le consideri solo come *simboli*). Anche queste ripudia l'Ostwald nel suo sforzo di raggiungere l'inafferrabile fantasima di una cosidetta *scienza libera da ipotesi*. Di fatto egli è altrettanto obbligato ad ammettere ed a giornalmente utilizzare, l'*indispensabile* concetto di materia e di « parti discrete » di essa, molecole ed atomi, quanto qualsiasi altro esatto naturalista. Senza ipotesi non è possibile la conoscenza.

Naturalismo. — Il nostro *monismo* trova nell'*ilozoismo* la sua più perfetta espressione inquantochè esso distrugge nel suo seno il contrasto fra *materialismo* e *spiritualismo* (o meccanismo e dinamismo) e collega questi concetti formandone un naturale ed armonico concetto cosmico.

A questo logico monismo che noi sosteniamo si è mosso l'appunto che esso trascorra nel puro *naturalismo*, ed uno dei suoi più accaniti avversarii, Federico Paulsen, dà tanto peso a quest'accusa che egli, nella sua *Philosophia militans*, tiene il nostro *naturalismo* critico per altrettanto nocivo ed inaccettabile quanto il dogmatico *clericalismo*. È dunque utile di fermarci qui alquanto sul vario concetto di naturalismo e di stabilire in quale senso noi lo accettiamo e lo identifichiamo col nostro monismo. Come base di quest'accettazione noi teniamo ferma la nostra monistica *antropogenia* cioè il concetto imparziale, confermato da tutti i rami della ricerca antropologica, del « posto dell'uomo nella natura » quale noi l'abbiamo stabilito nella prima parte dei « Problemi dell'universo » (capit. II-V). L'uomo è un puro *essere naturale* e cioè un mammifero placentale dell'ordine dei primati; esso non si è filogeneticamente svolto che tardi nel corso dell'epoca terziaria, da una serie di primati inferiori (prossimamente antropoidi, più remotamente cinopiteci e proscimmie); il rozzo uomo allo stato di natura, quale esso ci appare ancora oggidì nei Vedda e nei negri australiani, è psicologicamente più prossimo alle scimmie che agli uomini colti altamente evoluti.

Antropologia e zoologia. — L'antropologia (intesa nel più vasto senso) non è, secondo quanto si è detto, che un ramo speciale della zoologia al quale noi, vista la sua importanza straordinaria, diamo un posto speciale. Perciò anche tutte le scienze che concernono l'uomo e la sua attività psichica, specialmente le cosidette *scienze psichiche* considerate da un alto punto di vista monistico, non sono che rami speciali della zoologia e perciò si devono giudicare *scienze naturali.* La psicologia dell'uomo è indissolubilmente legata alla psicologia comparata degli animali e questa con quella delle piante e dei protisti. La scienza del linguaggio studia nel linguaggio dell'uomo un complicato fenomeno naturale il quale dipende dall'attività combinata delle cellule cerebrali del fronema, dei muscoli della lingua e delle corde vocali della laringe, tanto come la voce dei mammiferi ed il canto degli uccelli La storia dei popoli (che noi nella nostra comica immaginazione antropocentrica amiamo chiamare « storia universale ») ed il suo più alto ramo, la storia della coltura, si rannodano immediatamente, per mezzo della moderna preistoria dell'uomo, alla filogenesi dei primati e dei rimanenti mammiferi ed ulteriormente alla filogenesi dei vertebrati inferiori. Così considerando le cose spregiudicatamente noi non troviamo alcun campo della scienza umana che oltrepassi i confini delle scienze naturali (intese nel più vasto senso), come noi non troviamo che alla natura stessa si contrapponga qualche cosa di « sopranaturale ».

Natura (*Physis*). — Come il nostro monismo, quale naturalismo o filosofia naturale, abbraccia tutto il dominio della scienza, così, secondo la nostra opinione, il concetto di *natura* abbraccia tutto il mondo scientificamente riconoscibile. Intesi nel senso strettamente monistico di Spinoza i concetti di *Dio* e di *natura* per noi coincidono (*Deus sive natura*). Se al di là della natura vi sia un regno del « sopranaturale » od un « mondo spirituale » nol sappiamo. Quanto viene a tal riguardo affermato nei miti e nelle leggende religiose riposa sulla *poesia* ed è un prodotto della fantasia. La nostra forza d'immaginazione presso gli uomini di superiore coltura tende alla produzione di strutture unitarie e quando essa edificandole coll'associazione dei concetti incontra delle lacune essa cerca di colmare queste lacune con delle neoformazioni. Tali indipendenti prodotti del fronema che completano le lacune della nostra sfera di concetti le chiamiamo *ipotesi* quando esse sieno logicamente conciliabili coi fatti stabiliti dall'esperienza, *miti* quando esse contrastino con questi fatti; tale è il caso pei miti religiosi, pei miracoli, ecc. (cfr. capit. III). Se si contrappone lo *spirito* alla natura ciò dipende per solito da simili

credenze miracolose (*animismo, spiritismo*, ecc.). Se per contro si parla dello spirito umano come di una superiore funzione psichica allora si intende con ciò una speciale funzione fisiologica del cervello e cioè di quel territorio della corteccia cerebrale che noi chiamiamo *fronema* od organo del pensiero (capit. I). Anche questa « funzione psichica superiore » è un fenomeno naturale, soggetto come tutti gli altri alla « legge della sostanza ». L'antica parola latina *natura* (da *nasci, nascere*), tanto come l'equivalente parola greca *physis* (da *phyo*, nascere, crescere), qualifica l'essenza dell'universo come un eterno « divenire e sparire », pensiero profondo! La *fisica*, la scienza della *physis* è dunque, nel suo più ampio senso la « scienza della natura » in generale.

Fisica. — La profonda divisione di lavoro scientifico che fu determinata dal grandioso crescere della conoscenza della natura nel XIX secolo e dal nascere di molte nuove discipline ha molteplicemente modificato il rapporto delle varie discipline fra di loro e di esse col tutto ed ha anche dato ai concetti un altro significato ed un'altra estensione. Così si intende abitualmente per *fisica*, quale essa viene oggi insegnata nelle università come un importante ramo principale della scienza della natura, solo quella parte dell'anorgica la quale tratta i fenomeni molecolari della sostanza, la meccanica della massa e dell'etere, senza riguardo alle differenze qualitative degli elementi le quali si estrinsecano nel « peso atomico » delle loro minime particelle discrete, gli atomi. Per contro lo studio degli atomi e della loro affinità come pure delle combinazioni che su questa riposano appartengono alla *chimica*. Poichè questo importante territorio è molto vasto ed ha i suoi speciali metodi di ricerca, esso viene per solito collocato di fianco alla fisica a pari grado; propriamente però esso non ne è che una parte: *la chimica è la fisica degli atomi*. Se dunque si parla ora comunemente di una ricerca o di un esame *fisico-chimico* dei fenomeni, tali cose si potrebbero dire anche e più brevemente *fisiche*. A sua volta la *fisiologia* come ramo specialmente importante di tali studii è in questo senso, la *fisica degli organismi* o lo studio fisico-chimico dei corpi naturali viventi.

Metafisica. — Dacchè Aristotele nella prima parte delle sue opere complete trattò nella *fisica* i fenomeni naturali esterni e nella seconda susseguente parte, nella *metafisica*, l'intima essenza di essi, anche questo concetto di metafisica ha subìto molteplici ed importanti modificazioni. Se si limita il concetto di fisica allo studio empirico dei fenomeni (per mezzo dell'osservazione e del cimento) allora ogni

ipotesi che ne riempia le lacune ed ogni teoria su di essa può già essere considerata come metafisica. In questo senso le indispensabili teorie della fisica (per es. l'ammettere che le sostanze risultino da molecole e queste da atomi) sono metafisiche; così pure l'ammettere, come facciamo noi, che ogni sostanza possieda non solo l'estensione (materia) ma anche la sensazione. Questa *metafisica monistica* che riconosce l'assoluto dominio della legge di sostanza su tutti i fenomeni ma che si limita alla conoscenza della natura rinunziando allo studio del sopranaturale, è con tutte le sue teorie ed ipotesi parte indispensabile di un ragionevole concetto cosmico. Il pretendere una « scienza senza ipotesi » come fa, per es., Ostwald, toglie alla scienza stessa le sue basi. Affatto diversa è la cosa per la solita *metafisica dualistica*, la quale ammette due mondi distinti e ci si presenta nelle più svariate forme del *dualismo* filosofico.

Evoluzione della metafisica. — Se si intende per *metafisica* la scienza delle ultime ragioni dell'essere, nata dal bisogno di causalità che è nella nostra ragione, allora essa può venire considerata dalla fisiologia solo come una superiore *funzione del fronema* di origine più recente; essa non può essere nata che in seguito a più perfetto sviluppo della ragione nel cervello degli uomini civili. Perciò manca ancora del tutto la metafisica ai selvaggi, il cui potere intellettuale non si eleva che di poco su quello degli animali più ragionevoli. Il basso stato psichico dei selvaggi non ci fu reso ben noto che dalla moderna etnologia. Essa ci dimostra che una ragione superiore manca ancora nei selvaggi, che nel loro pensiero e nella loro formazione di concetti la facoltà dell'astrazione sta ancora ad un livello molto basso. Così, per es., i Vedda di Ceylon abitanti nelle foreste primitive non hanno ancora nemmeno il concetto di albero, sebbene essi conoscano e denominino tante singole specie di alberi. Molti selvaggi non possono ancora contare fino a cinque; così pure essi non pensano ancora circa alla ragione della loro esistenza, al loro passato ed al loro avvenire. Errano dunque grandemente Schopenhauer ed altri filosofi quando definiscono l'uomo come un *animal metaphysicum* e vogliono trovare nel bisogno di una metafisica una differenza profonda fra l'uomo e le bestie. Piuttosto questo bisogno non è stato risvegliato e sviluppato che dal progresso della *cultura*. Ma anche negli uomini altamente civili esso manca ancora, come pure la coscienza, nella prima gioventù, e non si sviluppa che a gradi; il bambino non impara che poco alla volta a parlare e pensare. Corrispondentemente alla nostra legge biogenetica fondamentale, il fanciullo nella gradazione del suo sviluppo psichico ripete tutta la lunga serie che dai non

pensanti selvaggi va su fino ai barbari, da questi ai semibarbari e civili ed infine da questi ultimi agli uomini colti. Se si fosse sempre tenuto debito conto di quest'evoluzione storica delle attività psichiche superiori dell'uomo, se soprattutto la psicologia avesse seguìto il metodo comparativo e genetico, molti errori della dominante metafisica dualistica sarebbero stati evitati. Allora Kant non avrebbe certo enunciato la sua dottrina delle conoscenze *a priori*, ma invece si sarebbe convinto che ogni giudizio che ora presso gli uomini colti ci appare dato *a priori* è stato primitivamente acquisito pel lungo sentiero evolutivo della coltura e della scienza per mezzo di associazione di esperienze, per mezzo di conoscenze *a posteriori*. Qui sta la radice degli errori che il *dualismo* ed il *trascendentismo* devono alla dominante metafisica.

Realismo. — Come tutte le scienze naturali, così anche la parte biologica di esse, la nostra biologia, è *realistica;* cioè essa considera i suoi obbietti, gli organismi, come cose veramente esistenti le cui proprietà ci sono, fino ad un certo punto, riconoscibili per mezzo dei nostri sensi (*sensorium*) e dei nostri organi pensanti (*phronema*). Con ciò noi siamo criticamente conscii del fatto che entrambi questi organi del conoscimento (e perciò anche le stesse conoscenze acquistate per mezzo di essi), sono *imperfetti* e che forse esistono ancora tutt'altre proprietà degli organismi le quali ci sono inaccessibili. Da ciò però non segue affatto, come erroneamente afferma l'opposto idealismo, che gli organismi (come tutte le altre cose) non esistano che nella nostra mente (cioè in immagini della nostra corteccia cerebrale). Il nostro puro monismo (od ilozoismo) coincide dunque col realismo in quanto esso riconosce l'unità dell'essenza in ciascun organismo e non afferma una fondamentale diversità della sua apparenza riconoscibile (*phaenomenon*) dalla sua celata essenza intima (*noumenon*) sia che quest'ultima la si voglia, con Platone, chiamare eterna *Idea* o, con Kant, *la cosa in sè*. Il realismo non è affatto identico col materialismo, poichè lo si può, sotto certi rapporti, rannodare all'opposto di questo, al dinamismo od energetica.

Idealismo. — Come il realismo corrisponde per lo più al monismo, così l'opposto idealismo corrisponde al dualismo. I due più influenti e segnalati fautori di quest'ultimo, Platone e Kant, affermano l'esistenza di due mondi affatto distinti; la sola *natura* o mondo empirico è accessibile alla nostra esperienza, per contro il *mondo spirituale* o mondo trascendente non lo è; l'esistenza di quest'ultimo ci è rivelata solo dal « sentimento » o dalla « ragione pratica », ma noi non

possiamo farci di esso alcun concetto. L'errore fondamentale di questo *idealismo teorico* sta nell'ammettere che l'anima sia una speciale essenza immateriale, immortale ed atta al conoscimento *a priori*. L'imparziale fisiologia ed ontogenia del cervello (unita all'anatomia ed istologia comparata del fronema) ci dimostra tuttavia che l'anima dell'uomo, al pari di quella di tutti gli altri vertebrati, è una funzione del cervello indissolubilmente legata a questo materiale « organo dell'anima ». Per la biologia realistica l'idealismo della teoria della conoscenza è dunque altrettanto inaccettabile quanto il *parallelismo psicofisico* di Wundt od il *psicomonismo* di certi recenti fisiologi, il quale in ultima analisi finisce in un perfetto dualismo di corpo e spirito. Altro è il valore dell'*idealismo pratico;* questo ponendo i simboli od ideali del Dio individuale, dell'anima immortale e del libero arbitrio come emblemi etici ed utilizzandone il valore pedagogico nell'educazione della gioventù può talvolta esercitare un utile influsso il quale è indipendente dal fatto che il suo contenuto teorico sia insignificante.

Rami della biologia. — I molti rami speciali della biologia che nel corso del secolo XIX si sono sviluppati indipendentemente, se vogliono raggiungere il loro elevato scopo che è il promuovere la formazione di una scienza unitaria che comprenda tutto il campo della vita organica, devono rimanere in reciproco contatto ed agire di conserva con chiara coscienza del loro còmpito. Ma questo scopo comune in seguito all'unilaterale specializzazione e divisione di lavoro viene spesso perduto di vista, lo scopo filosofico è trascurato di fronte a quello empirico. La confusione che ne è risultata fa desiderare una esatta determinazione della posizione reciproca delle diverse discipline biologiche. Ho già trattato diffusamente questo soggetto (1869) nel mio discorso accademico sullo sviluppo e lo scopo della zoologia; tuttavia poichè questo saggio (contenuto nel II volume delle mie « Gesammelte Abhandlungen », opuscoli completi) fu poco notato, ritorno qui brevemente sul contenuto essenziale di esso.

Campo principale della biologia. — Corrispondentemente all'antica distinzione di animali e vegetali si son già da lungo tempo sviluppati l'uno accanto all'altro due rami principali della biologia: zoologia e botanica, le quali sono insegnate nelle università da due cattedre distinte. Indipendentemente da esse esistettero già, fin dal principio dell'attività scientifica quei campi di ricerca il cui oggetto è la vita umana studiata in tutte le direzioni, le discipline antropologiche e le cosidette « scienze morali » (etnologia, scienza del linguaggio, psicologia, ecc.). Dopo che la riformata teoria della discendenza ebbe

dimostrata l'origine dell'uomo da una serie di progenitori animali e che per conseguenza fu riconosciuto essere l'antropologia una parte della zoologia, si è incominciato a concepire l'intima connessione storica di tutte queste varie dottrine antropologiche e si tentò di riunirle in un'indipendente scienza complessiva dell'uomo. L'enorme estensione e la speciale importanza pratica di questo campo hanno recentemente giustificata la fondazione di una speciale cattedra universitaria per l'*antropologia*. Lo stesso appare desiderabile per la *protistica* o protistologia, la scienza degli organismi unicellulari o protisti. Certamente lo studio della cellula o *citologia*, come disciplina anatomica elementare, deve essere trattato a fondo tanto in botanica come in zoologia; tuttavia gli infimi unicellulari appartementi ai due campi, i *protofiti* (*protophyta*) ed i *protozoi* (*protozoa*) sono così intimamente fra loro connessi e, quali « organismi elementari », rischiarano così bene la vita delle cellule conviventi nell'*istone* od organismo pluricellulare, che la fondazione recentemente intrapresa da Schaudinn di uno speciale Istituto ed *Archivio di protistologia* si deve salutare come essenziale progresso. Una parte specialmente importante di questa protistica è la *batteriologia*.

Morfologia e fisiologia. — La divisione pratica della biologia secondo l'*estensione* del campo di vita ci conduce così a stabilire quattro grandi provincie di ricerca: *protistologia*, *botanica*, *zoologia* ed *antropologia*. In ciascuno di questi quattro campi principali si separano dapprima, come due grandi sezioni della ricerca scientifica la *morfologia* (scienza delle forme) e la *fisiologia* (scienza delle funzioni); gli speciali metodi e mezzi di osservazione nelle due sezioni differiscono fra loro in modo essenziale. Nella *morfologia* viene in prima linea il còmpito della descrizione e comparazione, tanto riguardo alla forma esterna del corpo quanto riguardo all'interna struttura. Nella *fisiologia* invece vengono prevalentemente impiegati i metodi esatti della fisica e della chimica, l'osservazione delle funzioni vitali ed esperimenti per ricercare le leggi fisiche di esse. Poichè la minuta conoscenza dell'anatomia e fisiologia umana forma la base indispensabile di tutta la medicina scientifica e poichè la sua grande estensione richiede un considerevole apparato, queste discipline sono già da lungo tempo coltivate indipendentemente e nella divisione di lavoro dello studio universitario sono assegnate alla Facoltà medica.

Anatomia e biogenia. — Noi dividiamo l'ampio territorio della morfologia in due discipline: anatomia e biogenia; quella comprende la scienza della sviluppata, questa della sviluppantesi forma dell'organismo. L'*anatomia* o studio della forma compiuta deve riconoscere

tanto l'aspetto esterno quanto l'interna struttura dell'organismo. Come due speciali discipline di essa noi possiamo distinguere la *dottrina della struttura* (*tectologia*) e la *dottrina delle forme fondamentali* (*promorfologia*). La *tectologia* studia le condizioni della struttura e dell'*individualità* organica, la composizione del corpo vivente da singole parti (cellule, tessuti ed organi) (capitolo VII). La *promorfologia* descrive l'aspetto reale di queste parti individuali come pure dell'intero corpo e cerca di ricondurlo a forme fondamentali matematicamente determinate (capitolo VIII). Anche la *biogenia*, la storia dello sviluppo degli organismi, si scinde a sua volta in due diverse discipline: nella *storia del germe* (*ontogenia*) e nella *storia della stirpe* (*filogenia*); entrambe hanno diversi scopi e metodi, ma per mezzo della nostra legge biogenetica fondamentale stanno fra loro in stretto rapporto causale. L'*ontogenia* studia lo sviluppo dell'individuo organico dal principio della sua esistenza fino alla sua morte; quale *embriologia* essa studia lo sviluppo dell'individuo entro alle membrane dell'uovo, quale *metamorfologia* (o scienza delle metamorfosi) essa studia le ulteriori trasformazioni fuori di esse (capitolo XVI). La *filogenia* ha per còmpito la storia dell'evoluzione dei lignaggi organici o *phyla*, cioè delle grandi divisioni principali del regno animale e del regno vegetale, le quali vengono distinte col nome di classi, ordini, ecc., o con altre parole: la *genealogia della specie.* Essa si basa sui fatti della paleontologia e riempie le lacune di questa per mezzo dell'anatomia comparata e dell'ontogenia.

Ergologia e perilogia. — La scienza dei fenomeni vitali degli organismi, la quale noi chiamiamo dottrina delle funzioni o fisiologia, è in massima parte *fisiologia del lavoro* od *ergologia;* essa studia il lavoro prodotto dall'organismo vivente e deve ricondurlo colla maggior esattezza possibile a leggi fisiche e chimiche. L'*ergologia vegetale* studia le cosidette funzioni vegetative: nutrizione e riproduzione; l'*ergologia animale* invece le funzioni animali del movimento e della sensitività. A quest'ultima si rannoda direttamente la scienza della psiche (*psicologia*). Ma anche la ricerca dei rapporti in cui sta ogni organismo col mondo esteriore, coll'ambiente organico ed inorganico, appartiene alla fisiologia in ampio senso; noi chiamiamo questa parte *perilogia* o *fisiologia delle relazioni.* Ad essa appartengono anzitutto la *corologia* o scienza della distribuzione (detta anche geografia biologica, che riguarda la distribuzione geografica e topografica), e poi l'*ecologia* o *bionomia* (ora chiamata anche etologia), la scienza dell'economia degli organismi, dei loro bisogni vitali e dei loro rapporti cogli altri organismi insieme ai quali essi vivono (biocenosi, simbiosi, parassitismo).

TERZA TABELLA

Specchio dei più importanti rami della biologia (1869).

Biologia = Scienza della vita.

I. *Protistologia* = Scienza degli unicellulari	— Organismi unicellulari		Quattro campi principali della biologia sistematica.
II. *Botanica* = » delle piante	— Piante con tessuti (metaphyta)		
III. *Zoologia* = » degli animali	— Animali » » (metazoa)		
IV. *Antropologia* = » dell'uomo	— Primati parlanti		

A. - **Morfologia = scienza delle forme.** Anatomia e biogenia degli organismi.		B. - **Fisiologia = scienza delle funzioni.** Fisica e chimica degli organismi.	
A I. - **Anatomia.** *Scienza della costituzione del corpo.*	A II. - **Biogenia.** *Storia dello sviluppo.*	B I. - **Ergologia.** *Fisiologia del lavoro.*	B II. - **Perilogia.** *Fisiologia delle relazioni.*
1. TECTOLOGIA. *Scienza della struttura.* *Citologia*, scienza delle cellule. *Istologia*, scienza dei tessuti. *Organologia*, scienza degli organi. *Blastologia*, scienza degli individui. *Cormologia*, scienza dei cormi. *Teoria dell'individualità.*	3. FILOGENIA. *Storia delle stirpi.* *Paleontologia e genealogia.* *Trasformismo* o teoria della discendenza. *Sistematica naturale.*	5. ERGOLOGIA VEGETALE. *Fisiologia delle funzioni vegetative.* 5 a. *Trofonomia.* (Scienza del ricambio materiale). 5 b. *Gonimatica.* (Scienza della riproduzione).	7. COROLOGIA. *Scienza della distribuzione.* Geografia e topografia biologica. Teoria delle migrazioni.
2. PROMORFOLOGIA. *Scienza delle forme fondamentali.* Riconoscimento della ideale *forma geometrica fondamentale* (matematicamente definibile) di fronte alla reale forma corporea concreta dell'individuo.	4. ONTOGENIA. *Storia del germe.* 4 a. *Embriologia.* (Sviluppo entro agli invogli dell'uovo). 4 b. *Metamorfica.* (Metamorfologia). Trasformazione dell'organismo fuori degli invogli dell'uovo.	6. ERGOLOGIA ANIMALE. *Fisiologia delle funzioni animali.* 6 a. *Foronomia.* (Scienza del movimento). 6 b. *Sensonomia.* (Scienza della sensazione). Fisiologia degli organi di senso. 6 c. *Psicologia.* Scienza della psiche.	8. ECOLOGIA. (o bionomia = etologia). *Economia biologica.* Rapporti dell'organismo coll'ambiente e cogli esseri coi quali esso vive. (Biocenosi, simbiosi, parassitismo).

QUINTO CAPITOLO

MORTE

Natura e causa della morte.
Vita eterna.
Morte dei protisti ed istoni. — Liberazione dal male.

« Non vi è alcun limite netto che divida la vita dalla morte l'una dall'altra; piuttosto vi ha tra vita e morte un graduale passaggio; *c'è un'evoluzione della morte.* Vita sana da un lato e morte dall'altro sono solo gli anelli estremi di questa evoluzione, i quali sono ininterrottamente legati l'uno all'altro da una serie di stadii intermedii. La sostanza vivente muore continuamente senza che la vita stessa si spenga mai. *Non vi ha dunque una immortalità* della stessa sostanza vivente, ma solo una *continuità* della sua discendenza. Immortali ed eterni in tutto il mondo dei corpi sono solo la materia elementare ed il suo movimento ».

MAX VERWORN.

SOMMARIO DEL CAPITOLO QUINTO

Vita e morte. — Morte individuale. — Immortalità degli unicellulari. — Morte dei protisti e degli istoni. — Cause della morte fisiologica. — Logoramento del plasma. — Rigenerazione. — Biotono. — Perigenesi dei plastiduli; memoria dei biogeni. — Rigenerazione nei protisti e negli istoni. — Invecchiamento. — Malattia. — Necrobiosi. — Destino fatale. — Provvidenza. — Caso e destino. — Vita eterna. — Ottimismo e pessimismo. — Suicidio e liberazione di sè stesso. — Liberazione dal male. — Medicina e filosofia. — Conservazione della vita. — Selezione spartana.

BIBLIOGRAFIA

Rudolf Virchow, 1858. *Die Cellular-Pathologie in ihrer Begründung auf physiologische und pathologische Gewebelehre*, 4ª edizione, 1871. Berlino. (Patologia cellulare).

Ernst Ziegler, 1881. *Lehrbuch der allgemeinen und speciellen pathologischen Anatomie und Pathogenese*. Jena. (Trattato di patologia anatomica e patogenesi).

Claude Bernard, 1878. *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et les végétaux*. Parigi.

Elias Metschnikoff, 1904. *Studien über die Natur des Menschen. Eine optimistiche Philosophie*. Lipsia. (Studi sulla natura dell'uomo).

Carus Sterne (Ernst Krause), 1885. *Werden und Vergehen. Eine Entwickelungsgeschichte des Naturganzen in gemeinverständlicher Fassung*. (Diventare e sparire).

Ludwig Feuerbach, 1866. *Gott, Freiheit und Unsterblichkeit vom Standpunkte der Antropologie*, 2ª edizione, 1890. Lipsia. (Dio, libertà ed immortalità, dal punto di vista antropologico).

Wessely, 1876. *Die Gestalten des Todes und des Teufels in der darstellenden Kunst*. Lipsia. (Gli aspetti della morte e del diavolo nelle arti figurative).

Alexander Götte, 1883. *Ueber den Ursprung des Todes*. Amburgo. (Sull'origine della morte).

A. Bühler, 1904. *Alter und Tod. Eine Theorie der Befruchtung. Biolog. Centralblatt*, vol. 24. (Vecchiaia e morte).

August Weismann, 1882. *Ueber die Dauer des Lebens*. 1884: *Ueber Leben und Tod*. Jena. (Sulla durata della vita. — Sulla vita e la morte).

Max Verworn, 1894. *Die Geschichte des Todes. IV capitolo della « Allgemeine Physiologie »*. (La storia della morte, in « Fisiologia generale, 4º capitolo »).

Max Kassowitz, 1899. *Leben und Tod*. 2 vol. (Vita e morte. 50º capitolo della « Allgemeine Biologie »).

Nulla v'è di costante altro che il mutamento! Ogni essere è un continuo « diventare e svanire »! Tale insegnamento ci dà la storia dello sviluppo dell' universo nel suo grande complesso come nelle singole parti. Sola eterna ed immutabile è la *sostanza*, sia che tale essenza universale che tutto abbraccia, noi la chiamiamo natura o cosmo, spirito universale o Dio. La legge della sostanza ci insegna che questa ci si manifesta bensì con una quantità infinita di mutevoli forme, ma che i suoi attributi essenziali, materia ed energia, si mantengono costanti. Tutte le forme individuali della sostanza sono votate alla distruzione. Ciò vale tanto pel nostro sole e pei pianeti che girano attorno a lui come per gli organismi che popolano la nostra madre terra, tanto pel batterio come per l'uomo. Come ciascun individuo organico ha avuto un principio della sua vita, così esso va ineluttabilmente incontro al suo fine. Vita e morte sono necessariamente collegate. Ma sulle vere cause di questo fato le vedute dei filosofi e biologi sono ancora molto discordi; i più errano già pel fatto stesso che essi non posseggono una chiara e semplice definizione dell'essenza della vita e perciò non possono darci una chiara idea del suo fine.

Vita e morte. — Le ricerche che noi abbiamo istituite nel secondo capitolo sull'*essenza* della vita organica ci hanno mostrato che essa in ultima analisi è un *processo chimico*. Il « miracolo della vita » non è essenzialmente altro che il *ricambio materiale* della sostanza vivente od il *metabolismo del plasma*. Moderni fisiologi, soprattutto Max Verworn e Max Kassowitz, in opposizione col vitalismo moderno, hanno specialmente insistito sul fatto che « la vita è basata su un continuo alternarsi di composizione e distruzione delle complicatissime unità chimiche del protoplasma. Se però questo concetto è esatto, allora noi possiamo anche dire con tutta esattezza che cosa dobbiamo intendere per morte. Se cioè la morte significa cessazione della vita, allora

noi intendiamo per morte il cessare della vicenda di costituzione e distruzione delle molecole di protoplasma; e poichè ciascuna delle labili molecole del protoplasma, dopo che essa è sôrta, si deve in breve tempo distruggere nuovamente, così nella morte si tratterebbe essenzialmente solo del definitivo mancare della ricostruzione della distrutta molecola di plasma. Un corpo vivente è dunque definitivamente morto, cioè assolutamente incapace di compiere mai una funzione vitale quando tutte quante le sue molecole plasmatiche sono distrutte ». Nella estesa documentazione che Kassowitz, nel L capitolo della sua « Biologia generale », fa seguire a questa definizione della vita e della morte, sono trattate ancora più a fondo le cause naturali della morte fisiologica.

Morte individuale. — Nelle numerose e spesso contradditorie considerazioni della biologia moderna sull'essenza della morte molti errori e malintesi sono nati da ciò, che non si è fatta chiara distinzione fra la durata della vita della sostanza vivente in generale e quella della forma vivente individuale. Ciò appare specialmente nelle discussioni tanto contradditorie che furono provocate dalla teoria dell'immortalità degli unicellulari di Augusto Weismann (1882). Io ne ho già dimostrato l'insostenibilità all'XI capitolo dei « Problemi dell'universo ». Tuttavia poichè questo segnalato zoologo nuovamente, nelle sue istruttive « Conferenze sulla teoria della discendenza » (1902), ha difesa con energia quella teoria e vi ha rannodato erronee considerazioni sull'essenza della morte in generale, io sono costretto a ritornare ancora una volta su di essa. Appunto perchè quest'opera interessante fornisce preziosissimi contributi alla teoria dell'evoluzione e soprattutto propugna vittoriosamente la teoria darwiniana della selezione e le sue conseguenze, io credo necessario di rilevare d'altra parte i suoi lati deboli ed i suoi pericolosi errori. A questi appartiene soprattutto l'influentissima teoria del plasma germinativo e la relativa lotta contro la « eredità dei caratteri acquisiti ». Weismann ne ricava una differenza fondamentale fra gli organismi pluricellulari e gli unicellulari; quelli soli sarebbero mortali, questi immortali: « a mezzo fra gli unicellulari ed i pluricellulari si è introdotta la morte fisiologica o normale ». Contro a ciò si deve notare che gli *individui* fisiologici (*bionti*) presso i protisti hanno una durata di vita altrettanto limitata come negli istoni. Ma se in tale questione si dà il peso principale non all'individualità della sostanza vivente, ma alla continuata connessione dei movimenti vitali metabolici nelle serie di generazioni, allora la parziale immortalità del plasma vale tanto per i pluricellulari come per gli unicellulari.

Morte dei protisti. — L' « immortalità degli unicellulari », alla quale Weismann dà tanta importanza, non potrebbe, anche secondo la sua idea, essere valida che per una piccola parte dei protisti, cioè per quelli che si moltiplicano semplicemente per scissione: le cromacee ed i batterii fra le *monere* (capitolo IX, le diatomee e paulotomee fra i *protofiti*, parte degli infusorii e rizopodi fra i *protozoi*). Anzi strettamente parlando la vita individuale viene distrutta quando la cellula si divide in due cellule figlie. Ma si potrebbe pur sempre obie tare con Weismann che qui l'individuo unicellulare che si divide seguita a vivere, come un tutto, nei suoi figli, che di esso non rimane alcun cadavere, alcun residuo morto della sostanza vivente. Ciò tuttavia non è vero per la gran maggioranza dei protozoi; negli elevatissimi ciliati il nucleo principale si distrugge e di tanto in tanto deve avvenire una coniugazione di due cellule ed una reciproca fecondazione dei loro micronuclei prima che si possa veramente avere il proseguimento della moltiplicazione per semplice scissione. Ma nel più degli sporozoi e dei rizopodi che si riproducono soprattutto per sporulazione viene in questa impiegata solo una parte dell'organismo unicellulare, l'altra muore e dà un « cadavere ». Nei grandi rizopodi (talamofori e radiolari) la parte interna sporulante, la quale sopravvive nei discendenti, è più piccola che la parte esterna del corpo, la quale muore e costituisce un vistoso « cadavere ».

Morte degli istoni. — Altrettanto insostenibile come la teoria dell'immortalità degli unicellulari è l'opinione di Weismann sulla secondaria « introduzione della morte fisiologica nei pluricellulari ». Secondo essa, la morte degli istoni, tanto metafiti che metazoi, sarebbe un *utile* « fenomeno d'adattamento » che fu solo introdotto dalla selezione quando gli organismi pluricellulari ebbero raggiunta una certa complicazione di struttura, colla quale la loro primitiva immortalità non fu più compatibile. La scelta naturale avrebbe dovuto uccidere gli immortali e lasciare in vita i mortali; essa avrebbe dovuto impedire agli immortali, anche nel fiore della loro età, di riprodursi ed utilizzare per un ulteriore allevamento solo i mortali. Le strane conseguenze cui giunse Weismann nell'ulteriore svolgimento di questa teoria della morte e le evidenti contraddizioni in cui incappò, per causa di essa nella sua propria teoria del germiplasma, sono state criticamente illustrate da Kassowitz nel XLIX capitolo della sua biologia generale « Selezione dei mortali ed eliminazione degli immortali ». Secondo la mia propria opinione questa paradossale teoria della morte non ha maggior fondamento che la teoria, artificiosamente annessavi, del germiplasma. Si può ammirare l'acutezza e la profondità di speculazione

impiegata da Weismann nell'abilissima costruzione della sua complicata teoria molecolare, ma quanto più scrutiamo i suoi fondamenti, tanto più essa ci appare insostenibile; del resto nei vent'anni che sono passati dall'apparizione della teoria del germiplasma, neppur uno dei suoi numerosi aderenti ha saputo utilizzarla con frutto. Per contro essa è stata molto dannosa col negare e combattere « l'eredità dei caratteri acquisiti », che io tengo con Lamarck e Darwin per una delle più salde ed indispensabili basi della teoria della discendenza.

Cause della morte. — Volgendoci alla questione delle vere cause della morte, limitiamoci a considerare la morte normale o fisiologica; facciamo astrazione dalle innumerevoli cause di morte casuale o patologica, dovuta ad accidenti, malattie, parassiti, ecc. La morte normale subentra in tutti gli organismi quando sono raggiunti i limiti della ereditaria *durata della vita*. Questi limiti nelle varie specie di organismi sono straordinariamente diversi. Molti unicellulari protofiti e protozoi vivono solo alcune ore, altri molti mesi od anni; molte piante annue ed animali inferiori nel nostro clima temperato vivono solo un'estate, nella zona artica e sulle alte alpi coperte di neve solo alcune settimane o mesi. Al contrario certi grandi vertebrati vivono non di rado più di cent'anni, molti alberi più di mill'anni. La durata della vita normale è stata acquisita da tutte le specie, nel corso della formazione della specie stessa, per *adattamento* alle speciali condizioni di vita e fu poi trasmessa per *eredità* ai discendenti. Ma anche in questa essa è soggetta, com'è noto, ad oscillazioni spesso notevolissime.

Logoramento del plasma. — La moderna « teoria meccanica della vita » paragona l'organismo ad una macchina artificialmente costrutta, cioè ad un apparecchio nel quale la ragione umana ha riunito ad arte diverse parti (pezzi od elementi della macchina) per produrre un determinato lavoro. Questo paragone non si può applicare agli infimi organismi, alle monere, alle quali manca ancora una simile struttura meccanica; in questi primitivi *organismi senz'organi* (cromacee e batterii) sono unicamente le invisibili strutture chimiche del plasma ed il ricambio materiale determinato da esse le cause della vita; appena questo ricambio cessa, sottentra la morte (cfr. cap. IX). Per tutti gli altri organismi il paragone colle macchine è permesso ed istruttivo, inquantochè l'adatta cooperazione dei diversi organi od ordigni fornisce un determinato lavoro trasformando la forza di tensione in forza viva. La maggior differenza fra i due consiste però in ciò che questa struttura adatta è prodotta nella macchina dalla volontà umana che agisce coscientemente e secondo un disegno, nell'organismo

invece dalla selezione naturale che agisce senza disegno ed inconsciamente. Per contro un'altra importante qualità è comune alle macchine ed agli organismi, cioè la durata limitata la quale è determinata dal loro *logoramento*. Come è noto, una locomotiva, una nave, un telegrafo, un pianoforte non funzionano che per un certo numero d'anni. Col lungo uso tutte le loro parti si logorano e malgrado ogni riparazione diventano infine inservibili. Così pure in tutti gli organismi i singoli organi presto o tardi si logorano e diventano incapaci di funzionare; ciò vale tanto per gli *organuli dei protisti* come per gli *organi degli istoni*. È vero che anche queste parti possono spesso essere riparate o rigenerate, ma dopo un tempo più o meno lungo esse si rifiutano a qualunque servizio e la loro mancanza diventa causa di morte.

Rigenerazione. — Se noi prendiamo il concetto di *rigenerazione*, di sostituzione di parti divenute inservibili, nel suo più largo senso, allora noi riconosciamo in questa una *generalissima* funzione vitale della massima importanza. Infatti tutto il ricambio materiale dell'organismo vivente riposa sull'*assimilazione* del plasma, cioè sulla sostituzione delle particelle di plasma che costantemente, per *disassimilazione* vanno perdute (cfr. capit. X). Verworn ha dato alle ipotetiche molecole della sostanza vivente (che io, seguendo Hering, considero come dotate di memoria ed ho chiamato, nel 1875, *plastiduli*) il nome di *biogeni*. Egli dice: « I *biogeni* sono i veri latori della vita. Nella continua distruzione e ricostruzione di essi consiste il processo vitale di cui sono l'espressione i molteplici fenomeni della vita ». Il rapporto fra *assimilazione* (costituzione dei biogeni) e *disassimilazione* (disgregazione dei biogeni) si può nell'unità di tempo esprimere con una frazione che vien chiamata *biotono:* $\frac{A}{D}$; essa ha un'importanza elementare nei più varii fenomeni della vita. Sono le oscillazioni nella grandezza di questa frazione quelle che producono tutte le vicende delle manifestazioni vitali di ciascun organismo. Quando il biotono cresce ed il quoziente di ricambio diventa maggiore di uno, ne segue un *accrescimento;* se viceversa esso diventa minore di uno, se dunque il biotono diminuisce, allora segue l'*atrofia* ed infine la *morte*. Nella *rigenerazione* si formano nuovi biogeni. Nella *generazione* o riproduzione i gruppi di biogeni (in qualità di plasma germinativo) si sciolgono, in seguito a sovrabbondante accrescimento, dai genitori e dànno la base di nuovi individui.

I fenomeni della rigenerazione sono straordinariamente varii e recentemente furono oggetto di numerosissimi ed estesi sperimenti

soprattutto da parte della cosidetta « meccanica dello sviluppo ». In tale occasione molti embriologi sperimentali hanno tratto dal loro limitato sperimento conclusioni di grande portata e se ne sono in parte serviti per combattere il darwinismo; persino la teoria della discendenza ne verrebbe, secondo la loro opinione, confutata. La maggior parte di questi lavori sulla rigenerazione mostrano nei loro autori una strana assenza di coltura generale morfologica e fisiologica; poichè inoltre essi per lo più ignorano la legge biogenetica fondamentale e fanno astrazione dal rapporto fondamentale fra ontogenesi e filogenesi, non c'è da meravigliarsi se essi giungono alle più contradditorie ed assurde conclusioni. L'*Archiv für Entwicklungsmechanik* ne porge numerosi esempi. Se invece si considera tutto l'interessante campo dei processi di rigenerazione nel suo insieme, ne risulta una continua serie evolutiva dalla semplice riparazione del plasma dei protisti unicellulari fino alla riproduzione sessuale degli elevati istoni.

La cellula-spermatozoide e la cellula-ovo di questi ultimi sono sovrabbondanti prodotti di accrescimento, i quali hanno la facoltà di rigenerare tutto quanto l'organismo pluricellulare. Ma molti elevati istoni hanno anche il potere di produrre per rigenerazione nuovi individui da qualsivoglia pezzo isolato di tessuto o persino da singole cellule. Nello speciale indirizzo del ricambio e dell'accrescimento che accompagna questi fenomeni di rigenerazione la *memoria dei plastiduli*, l'incosciente ricordanza dei biogeni ha funzione di guida (cfr. la mia « Perigenesi dei plastiduli », 1875; 2° volume delle mie Conferenze popolari riunite).

Morte e rigenerazione dei protisti. — Nelle più primitive forme degli unicellulari protisti il processo della morte e della rigenerazione ci si presenta nella forma più semplice. Quando un'anucleata *monera* (*cromacea* o *batterio*) si divide in due metà uguali, è con ciò distrutta l'esistenza dell'*individuo* (dell'*indivisibile!*) generatore. Ciascuna metà si rigenera nel più semplice modo per assimilazione ed accrescimento finchè essa abbia di nuovo raggiunto la grandezza della monera madre.

Nelle cellule nucleate del più dei protofiti e dei protozoi il processo è già più complicato, inquantochè qui il nucleo cellulare reagisce già come organo centrale e regolatore del ricambio materiale. Se si taglia un infusorio in due pezzi, di cui uno solo contenga il nucleo, solo questo pezzo si completa e forma di nuovo una cellula nucleata completa; il pezzo privo di nucleo invece muore senza potersi rigenerare.

Morte e rigenerazione degli istoni. — Nel corpo pluricellulare degli organismi formanti tessuti noi dobbiamo distinguere fra la morte parziale delle singole cellule e la morte totale dell'intero organismo di tessuti da esse composto, dello « stato cellulare ». In molte forme inferiori di piante e di animali con tessuti questo collegamento a stato è molto lasso e la centralizzazione è molto piccola; qualsiasi cellula o gruppo di cellule (gemma prolifera) può, senza che la vita dell'intero istone sia messa in pericolo, staccarsi da questo e svilupparsi in nuovi individui. In parecchie alghe ed epatiche (ma anche nel *Bryophyllum* strettamente affine alla nostra erba grassa (*Sedum*), come pure nel comune polipo d'acqua dolce (*Hydra*) ed altri polipi), ogni pezzetto tagliato via ha la facoltà di svilupparsi di nuovo in un individuo completo. Ma quanto più si eleva l'organizzazione, quanto più diventa intima la correlazione delle parti, quanto più si unifica la loro cooperazione in pro della vita dell'individuo, tanto minore diviene il potere generativo dei singoli organi. Tuttavia anche allora molte cellule logorate possono venire continuamente rimosse e sostituite con nuove cellule rigenerate. Nel nostro stesso organismo umano, come in tutti gli animali superiori, migliaia di cellule quotidianamente si distruggono e sono sostituite da nuove cellule della stessa specie, così, per es., le cellule di rivestimento alla superficie della nostra epidermide, le cellule ghiandolari delle ghiandole salivari, della mucosa dello stomaco, le cellule del sangue, ecc. Per contro altri tessuti non hanno un così esteso potere di riparazione o l'hanno in minor grado; così molte cellule nervose, cellule di senso, cellule muscolari, ecc. Qui molti individui cellulari col loro nucleo persistono tutta la vita, sebbene una parte logorata del loro corpo cellulare possa essere nuovamente sostituita per rigenerazione di citoplasma. Realmente dunque il nostro proprio corpo umano, come quello di tutti gli animali e vegetali superiori, è ogni giorno un altro *stato cellulare;* ogni giorno, ogni ora migliaia dei suoi cittadini, o cellule dei tessuti, si distruggono per essere sostituiti da altri nati per divisione da loro simili. Frattanto questa continua *muta* del nostro individuo non è mai completa e generale; sempre rimane una solida riserva di cellule conservative ai cui discendenti spetta l'ulteriore rigenerazione.

Invecchiamento (*Senium* o *Senescentia*). — La gran maggioranza degli esseri viventi trova la morte individuale per cause esterne, casuali ed accidentali: per mancanza di sufficiente nutrimento o sottrazione delle necessarie condizioni d'esistenza, per parassiti ed altri nemici, per accidenti e malattie. I pochi individui che non soggiacciono a tali cause fortuite di morte incontrano la morte per invecchiamento

o senescenza, per graduale regresso degli organi ed indebolimento delle loro funzioni. La causa di questo invecchiamento e della susseguente « morte naturale », è per ogni singola specie di organismo determinata dalla natura specifica del suo plasma. Come recentemente fu soprattutto rilevato da Kassowitz, l'invecchiare degl'individui dipende dall'inevitabile accrescersi dei residui inattivi del protoplasma e degli elementi metaplasmatici da esso prodotti. Ciascun metaplasma già esistente favorisce la formazione di residui plasmatici inattivi e perciò ancora la formazione di nuovi metaplasmi. Si ha la morte delle cellule perchè l'energia chimica del plasma da un certo punto culminante della vita, dall'acme, gradatamente diminuisce; il plasma perde sempre più la facoltà di riparare colla rigenerazione alle perdite che esso subisce per causa stessa delle funzioni vitali. Come nella vita psichica dell'uomo la ricettività del cervello e l'acutezza dei sensi gradatamente diminuiscono, così i muscoli perdono la loro energia, le ossa diventano fragili, la pelle diventa ruvida ed avvizzita, l'elasticità e la resistenza del moto si attenuano. Tutti questi processi normali della *degenerazione senile* sono dovuti ad alterazioni chimiche del plasma, la cui disassimilazione soverchia sempre più l'assimilazione; in ultimo essi conducono necessariamente alla morte normale.

Malattia. — Mentre il graduale scemare delle forze corporali e la degenerazione senile degli organi in ultimo conducono necessariamente alla morte anche l'organismo più sano, la grande maggioranza degli uomini muore invece per malattia molto prima di aver raggiunto questo termine normale della vita. Cause esterne della malattia sono attacchi di nemici e parassiti, infortunii e sfavorevoli condizioni di vita; queste cause provocano alterazioni nei tessuti e nelle cellule che li compongono, le quali determinano dapprima una morte parziale di singole parti e poi la morte totale dell'intero individuo. Le alterazioni della sostanza vivente, che in tal modo producono le malattie ed infine la morte prematura, vengono chiamate *necrobiosi;* esse consistono in parte in semplici *istolisi*, cioè in degenerazione delle cellule per atrofia, dissoluzione, disseccamento e liquefazione (colliquazione), parte in *metaplasmosi* o metamorfosi del plasma; metamorfosi grasse, mucose, calcaree, amiloidi delle cellule. Fu il grande merito di Rodolfo Virchow l'avere dimostrato nella sua fondamentale « Patologia cellulare » (1858), che tutte le malattie dell'uomo come quelle degli altri organismi si devono ricondurre a simili alterazioni delle cellule che compongono i tessuti. La malattia stessa coi suoi dolori (*pathos*) è così un *processo fisiologico*, una vita in condizioni nocive e pericolose; come in tutti i fenomeni normali della vita, così

anche in quelli abnormi o patologici la causa ultima si deve cercare in processi fisici e chimici che si compiono nel plasma. La *patologia* o scienza delle malattie è una parte della *fisiologia*. Da questa constatazione è tolta la base a tutti quei vecchi concetti che volevano ricondurre la malattia ad una speciale « essenza », ad un demone o ad una « disposizione divina ».

Destino fatale. — La naturale spiegazione fisica della morte che in tal modo ci è resa possibile dalla moderna fisiologia e patologia ha confutato non solo tutti quei vecchi concetti superstiziosi sulle malattie e sulla morte, ma anche una serie di importanti dogmi metafisici che si appoggiavano di preferenza su quelle mistiche superstizioni. A questi appartiene anzitutto la credenza infantile in una *provvidenza* cosciente che guida il destino dei singoli individui e determina il suo supremo fato. Noi non disconosciamo l'alto valore soggettivo che ha questa fede consolatrice in una tale protezione della provvidenza per l'uomo angustiato e minacciato da mille pericoli. Noi concediamo alle fedi infantili la consolazione e la speranza che esse ricavano da questa salda credenza. Poichè però noi non cerchiamo di acquetare il nostro cuore con finzioni poetiche, ma di soddisfare la nostra ragione colla conoscenza del vero, così noi dobbiamo con dispiacere far notare che la nostra « ragion pura » non può trovare ombra di prova a favore dell'esistenza o dell'azione di tale cosciente « provvidenza » e di un « padre benigno in cielo ». Quotidianamente noi leggiamo nei giornali di infortunii e delitti di ogni fatta i quali han cagionato « fortuitamente » la morte di uomini pieni di vita; ogni anno noi leggiamo con spavento la statistica delle molte migliaia di morti prodotte « casualmente » da naufragi ed accidenti ferroviari, da terremoti e catastrofi di miniere, da guerre ed epidemie. E poi dobbiamo ancora credere ad una « amorevole provvidenza » che ha segnato il destino di ciascuna di queste povere vittime? Noi dobbiamo consolarci colle vuote frasi dei discorsi funebri « sia fatta la volontà di Dio! », « le vie del Signore sono meravigliose! »? Questi futili motivi di consolazione possono tranquillare dei bambini e dei credenti di pigra mente; essi non servono più per gli uomini maturamente colti del XX secolo i quali onestamente e senza paure vogliono la piena conoscenza della pura *verità!*

Caso e destino. — A chi chiama « sconsolato » il nostro monistico e naturale concetto della morte noi dobbiamo rispondere che il dominante concetto dualistico riposa unicamente su ereditarie abitudini del pensiero e su mistiche dottrine di fede che ci furono nella

prima gioventù impresse nella mente a titolo di «rivelazioni». Quando dal progredire della cultura e della conoscenza della natura queste vengano rimosse, apparrà che così l'uomo per la sua vita terrena guadagnerà molto e non perderà nulla. Convinto che non ha da aspettarsi una vita eterna « al di là », tanto più egli si adoprerà di condurre felice la sua vita « al di qua » e di condurla ragionevolmente per la sua propria felicità e per quella della società umana.

Se si obbietta che allora tutto dipende dalla cieca sorte e non dal voluto scopo di una « provvidenza » o di un « ordine morale del mondo », io devo rispondere rimandando alle discussioni da me fatte al termine del XIV capitolo dei « Problemi dell'universo », sul destino e la Provvidenza, sullo scopo e sul caso. L'affermare poi che il nostro concetto realistico della vita debba condurre al *pessimismo* è accusa al tutto ingiustificata.

Vita eterna. — Le ragioni scientifiche che ci vietano di ammettere una «immortalità individuale dell'anima», furono già da me riunite nell'XI capitolo dei « Problemi ». Tuttavia poichè appunto contro questo capitolo sono stati rivolti i più vivaci attacchi da parte della dominante metafisica come pure della Chiesa cristiana che ad essa è legata, io devo ancora una volta ritornare sui punti più salienti.

Da molte lettere che mi furono dirette e da molte conversazioni filosofiche con persone colte di ogni classe io mi sono convinto che nessun dogma ha più salda radice e vien tenuto per così prezioso quanto l'*atanismo*, la salda fede nell'immortalità individuale. Il più degli uomini non vogliono ad alcun prezzo rinunziare alla speranza che ad essi in un ignoto « di là », dopo la morte, venga offerta una migliore esistenza che nel noto « di qua », ed insieme venga ad essi dato un compenso per i molti dolori ed ingiustizie che dovettero sopportare su questa terra. Nei concetti riguardanti quel paradisiaco « al di là » hanno ancora per solito gran parte i concetti cosmici geocentrici del medio evo. Troels-Lund nel suo libro sopra « l'immagine del cielo e il concetto cosmico » ha mostrato come quel concetto geocentrico eserciti effettivamente ancor oggi la sua influenza sulle idee metafisiche dei più; malgrado Copernico e Laplace, il « cielo » è pur sempre l'emisferica campana di cristallo azzurro che si curva sulla terra. Ancor oggi noi sentiamo quotidianamente nelle « ornate prediche » e nei brillanti discorsi, nelle parate e nei festeggiamenti vantare le gioie della nostra vita eterna in questo cielo, e qui il credente oratore accenna colla sua mano destra «all'alto», all'infinito spazio celeste attraversato dal fulmineo corso di milioni di mondi roteanti e non pensa che la direzione così indicata si cambia ogni secondo

e dopo dodici ore accenna al punto precisamente opposto, « all'ingiù ». Altri atanisti curano concetti più concreti e designano con la loro credula fantasia determinati corpi celesti come « dimora dell'anima immortale ». La nostra moderna cosmologia, astronomia e geologia non ci permettono affatto di trasportare nella scienza queste belle creazioni poetiche e tanto meno la moderna psicologia, fisiologia, ontogenia e filogenia della psiche ci dànno qualche argomento in favore dell'atanismo.

Ottimismo e pessimismo. — L'*ottimismo* considera il mondo dal suo lato buono, bello ed amabile, il *pessimismo* invece dal lato cattivo, brutto e ripugnante. In alcuni sistemi religiosi e filosofici l'uno di questi indirizzi è logicamente svolto; nel più dei sistemi tuttavia essi sono commisti. Il puro e logico *realismo* non è per lo più nè ottimistico nè pessimistico; esso prende il mondo appunto così com'è: come un tutto unitario la cui natura non è in sè nè buona nè cattiva. Invece il dualistico *idealismo* riunisce per solito in sè questi due concetti e li distribuisce sui suoi due universi in modo che il « di qua » (la terra coi suoi abitanti organici) viene pessimisticamente giudicata una triste valle di lacrime, mentre il « di là » (il cielo col paradiso e gli angeli) viene ottimisticamente tenuto per un soggiorno beato in cui regnano unicamente il gaudio e la felicità. Questo concetto cosmico è un elemento fondamentale della maggior parte delle religioni dualistiche e caratterizza ancora oggidì teoricamente e praticamente le più importanti idee dell'umanità colta.

Ottimismo (*Leibniz*). — Si considera come fondatore del logico ottimismo Goffredo Leibniz, la cui filosofia si sforzava di togliere il contrasto dei diversi sistemi con l'ammettere un'artificiale armonia, ma essenzialmente era un *dinamismo*, un *monismo* strettamente parente colla moderna *energetica* di Ostwald. Una compatta esposizione del suo sistema dinamico la diede Leibniz colla sua *Monadologia* (1714); secondo essa l'universo risulta bensì di infinite *monadi* (corrispondenti press'a poco ai nostri « atomi animati »), ma questo *pluralismo* diventa un *monismo*, perchè Dio, quale « monade centrale » le tiene tutte collegate per mezzo di un legame sostanziale. Nella sua *Teodicea* (1710) egli emise poi l'affermazione che Dio (« onnisciente, ottimo e onnipotente creatore dell'universo ») abbia con perfetta intelligenza creato « il migliore dei mondi possibili », che nell'« armonia prestabilita dell'universo » sia dappertutto riconoscibile la perfetta bontà, saviezza ed onnipotenza di Dio, che però l'uomo singolo, come pure tutta l'umanità, abbia una facoltà indefinita di perfezionamento.

Quegli che conosce veramente il mondo reale, quegli che considera assennatamente la lotta per la vita che imperversa in tutto il mondo organico, quegli che sente l'infinita sequela di dolori e miserie d'ogni sorta fra cui s'agita l'umanità, quegli difficilmente potrà concepire come un pensatore così acuto e colto come Leibniz abbia potuto perseverare nel suo ottimismo. Ciò sarebbe piuttosto comprensibile in un metafisico così unilaterale e stravagante come Hegel, secondo il quale « tutto ciò che è reale è *ragionevole*, e tutto ciò che è ragionevole dev'esser *reale!* ».

Pessimismo (*Schopenhauer*). — Diametralmente opposto al logico ottimismo sta il logico pessimismo; mentre pel primo l'universo reale è il *migliore*, per questo è il *peggiore* dei mondi possibili. Questo concetto fondamentale pessimistico trovò già la sua espressione nelle religioni più antiche ed anche oggi più diffuse dell'Asia, nel *bramanismo* e nel *buddismo;* queste due religioni indiane sono entrambe *pessimiste* e tuttavia anche *ateiste* e *idealiste;* ciò fu soprattutto rilevato da Schopenhauer che le ha dichiarate le più perfette di tutte le religioni e ne ha accolto nel suo proprio sistema i più importanti pensieri fondamentali. Egli considera come « una flagrante assurdità il voler « gabellare pel miglior mondo possibile questo miserabile universo, « questo agone di esseri tormentati ed angustiati che sussistono solo « mangiandosi a vicenda e nel quale colla conoscenza cresce la facoltà « di sentire il dolore, il quale perciò raggiunge il suo più alto grado « nell'uomo. Veramente su questo teatro della colpa, del dolore e della « morte l'ottimismo fa una così strana figura che lo si avrebbe per « un'ironia se una sufficiente spiegazione della sua origine non si « trovasse nella profonda sorgente di esso quale fu scoperta da Hume « (ipocrita adulazione di Dio con sfacciata fiducia nel successo di « essa). Alla dimostrazione evidentemente sofistica di Leibniz che « questo sia il *migliore* dei mondi possibili, si può seriamente ed one- « stamente contrapporre che esso è il *peggiore* dei possibili ». Del resto, nè Schopenhauer, nè il più celebre fra i moderni pessimisti, Edoardo Hartmann, hanno tratto le conseguenze pratiche dell'unilaterale pessimismo. Si dovrebbe semplicemente negare la « volontà di vivere » e por fine col suicidio a tutti i dolori.

Suicidio. — Toccando qui del suicidio come di una conseguenza dell'estremo pessimismo, approfittiamo dell'opportunità per dare una occhiata alle strane contraddizioni che ancor oggi sussistono a suo riguardo. Vi sono pochi problemi della vita (eccetto il libero arbitrio e l'immortalità) sui quali si siano espresse, fino a questi giorni,

opinioni così assurde ed avventate. Certamente per il credente teista, il quale considera la vita individuale come un « grazioso dono del buon Dio », può essere dubbio se egli possa disprezzarla o respingerla; sebbene il volontario sacrificio della vita per un altr'uomo si abbia per alta virtù! Dalla maggior parte delle « persone colte » il suicidio è considerato ancor oggi come grave colpa, ed in alcuni paesi (Inghilterra) il tentativo di suicidio è ritenuto punibile. Nel medio evo cristiano, che fece bruciare vivi per difetto d'ortodossia o per stregoneria centinaia di migliaia di uomini, i suicidi venivano puniti con una sepoltura ignominiosa. A questo proposito osserva già Schopenhauer: « È tuttavia chiaro che niuno ha al mondo un *diritto così innegabile* su qualche cosa come sulla propria persona e sulla propria vita. Che la giustizia criminale lo vieti è decisamente ridicolo! ». I significantissimi progressi fatti dalla dottrina della fecondazione negli ultimi trent'anni hanno stabilito sicuramente il fatto che la vita individuale dell'uomo, come di tutti i vertebrati, *incomincia* al momento in cui la cellula-ovo materna s'incontra casualmente colla spermato-cellula paterna; in ciò, come in tutte le altre funzioni vitali più importanti, è soprattutto il cieco caso quello che decide, ben inteso in quel senso scientifico della parola che ho dichiarato al fine del XIV capitolo dei « Problemi dell'universo ». La vera causa della esistenza personale non è dunque il grazioso dono di un amorevole « padre celeste », ma l'amore sessuale dei genitori terreni, e spesso, come è noto, le conseguenze dell'atto amoroso non sono da questi nemmeno desiderate. Ora, quando al misero figlio dell'uomo che senza sua colpa è schiuso dall'ovo-cellula fecondata la vita non porta la desiderata felicità ma invece una infinita serie di cure e privazioni, di malattie e miserie d'ogni sorta, egli ha indubbiamente il diritto di por fine alle sue pene colla volontaria morte. Ciò permette qualsiasi religione in determinate circostanze, persino il cristianesimo colla sua proposizione « se il tuo occhio ti offende, gettalo da te! ». Per vero la dominante morale condanna in ogni circostanza il suicidio, ma le vacue ragioni che si fan valere contro di esso sono insostenibili e non diventano migliori perchè si coprano col manto della religione.

Liberazione di sè stesso (*Autolisi*). — La morte volontaria per la quale l'uomo pone termine ai suoi insopportabili dolori è di fatto un atto di *liberazione*. La si dovrebbe perciò chiamare ragionevolmente liberazione di sè stesso (*autolisi*) e considerarla colla giusta simpatia dettata dal cristiano amore del prossimo, non marchiarla col nome di suicidio come fa con farisaico disprezzo la nostra tarlata

morale. Questa consueta designazione è senz'altro priva di senso, perchè omicidio significa la premeditata soppressione di una vita umana contro la sua volontà, mentre il suicidio avviene per propria e libera risoluzione. Il suicida (più esattamente liberatore di sè stesso od *autolita*) è perciò nel massimo numero dei casi degno di pietà, ma non disprezzabile o addirittura « colpevole » e degno di castigo. La nostra solita morale sociale si aggira tuttavia qui, come in migliaia di altri casi, fra le più insensate contraddizioni. Il moderno « Stato colto » ha introdotto il « diritto generale della maggioranza »; esso ora pretende da ogni cittadino che ad un comando faccia getto della sua vita per la patria e allora in una guerra nata per qualsiasi ragione politica, distrugga possibilmente molte vite umane fra « i nemici » (eccellente illustrazione delle parole del Vangelo: « amate i vostri nemici! »). Ma lo stesso Stato colto non guarentisce nemmeno ai suoi cittadini i mezzi di riuscire ad una umana esistenza ed al libero sviluppo dell'individualità, anzi nemmeno il « diritto al lavoro » col quale egli possa mantenere l'esistenza sua e della sua famiglia.

Noi riconosciamo volontieri i grandi progressi introdotti dalla nostra moderna politica sociale per migliorare la sorte delle classi inferiori del popolo, per promuovere l'igiene, l'istruzione, il benessere materiale e spirituale degli uomini colti, ma siamo pur sempre ben lungi dalla raggiungibile meta del generale benessere e della felicità che la « ragion pura » ha dato come programma ai superiori popoli civili. Inoltre il bisogno e la miseria negli strati inferiori del popolo crescono necessariamente sempre più quanto più si sviluppa la divisione del lavoro e in pari tempo la sovrapopolazione degli Stati civili.

Migliaia di uomini valenti e laboriosi muoiono ogni anno senza loro colpa, molti pel fatto solo di essere modesti e probi; migliaia soffrono la fame non potendo, con tutta la buona volontà, trovar lavoro; migliaia sono sacrificati alle pretese senza cuore della nostra ferrea « età delle macchine » colla sua ipertrofica tecnica ed industria. Per contro, noi vediamo migliaia di caratteri spregevoli riuscire alla felicità ed al benessere per essere abili ad ingannare con speculazioni senza coscienza i loro simili o per saper lusingare e servire le influenti persone altolocate. Niuna meraviglia dunque se la statistica del suicidio mostra cifre sempre più alte appunto negli Stati più civili. Ogni uomo buono, che ha davvero il cristiano « amore del prossimo », deve concedere al fratello che soffre senza speranza la « pace eterna » e la liberazione dal dolore che questi può raggiungere colla volontaria morte.

Liberazione dal male. — La settima invocazione del « Paternoster », di questo terzo atto fondamentale del catechismo cristiano che milioni di cristiani hanno quotidianamente sulle labbra, suona: « Liberaci dal male ». Quando noi domandiamo « Che significa ciò? » (tre parole che formano la *miglior* parte dell'intero catechismo!) Lutero risponde: « In questa preghiera noi preghiamo che il padre che è nei cieli ci liberi da ogni sorta di male del corpo e dell'anima, ed infine quando viene la nostra ora ci dia una morte beata e benignamente da questa valle di lacrime ci prenda con sè in cielo ». Se noi consideriamo queste proposizioni dal punto di vista del nostro monistico concetto cosmico moderno, dobbiamo naturalmente fare astrazione dalle superstizioni medioevali che ancora quattrocento anni fa presso i nostri barbari antenati erano connesse colla fede nel « padre nostro che sta nei cieli » e coll'anima immortale nel palazzo del suo paradiso. Allora rimangono le preghiere per la « liberazione da ogni sorta di male del corpo e dell'anima..... ».

Il numero e la molteplicità, la gravezza ed il tormento di questo « male » nella vita civile del secolo XIX son cresciuti nella stessa misura in cui d'altra parte sono straordinariamente aumentati i progressi dell'arte e della scienza e le ragionevoli riforme della nostra vita personale e sociale. La nostra vita civile superiore è ora cresciuta infinitamente di valore perchè nell'epoca delle macchine a vapore e della elettrotecnica il tempo e lo spazio hanno acquistato una tutt'altra importanza; noi possiamo fare la nostra vita privata e pubblica molto più gradevole ed utile, accogliere in noi una molto maggiore somma di godimenti intellettuali che non fosse possibile cent'anni fa ai nostri avi. Ma di pari passo con ciò va pure un molto maggiore consumo di energia nervosa; il nostro cervello vien più gravemente affaticato e logorato; il nostro corpo viene sovreccitato e sovraffaticato come non avveniva cent'anni sono. Molte moderne malattie crescono in modo spaventevole; soprattutto la neurastenia ed altre malattie nervose vogliono ogni anno un numero più grande di vittime. I manicomii crescono ogni anno di numero e di ampiezza; dappertutto sorgono sanatorii in cui sfinito l'uomo civile cerca rifugio e cura dei suoi mali. Molti di questi mali sono affatto incurabili e molti malati vanno contro a sicura morte fra dolori inesprimibili. Moltissimi di questi miseri aspettano con impazienza la loro « liberazione dal male » ed anelano al termine della loro penosa esistenza; qui sorge l'importante questione, se la nostra compassione ci autorizzi a soddisfare al loro desiderio e ad abbreviare con una morte senza dolore i loro patimenti.

Questa questione è eminentemente importante tanto per la filosofia pratica come per la pratica giuristica e medica; e poichè le vedute a tale riguardo sono ancor oggi molto discrepanti, ci sembra conveniente farne qui cenno. Parto dalla mia opinione personale che la *simpatia* non solo è una delle più nobili e più belle funzioni cerebrali dell'uomo, ma è anche una delle prime e più importanti condizioni della vita sociale degli animali superiori. Il comandamento dell'*amore cristiano* che il Vangelo mette con ragione in prima linea non è stato per la prima volta trovato da Cristo, ma da lui e dai suoi seguaci fu fatto valere con grande successo in un'epoca in cui il raffinato egoismo del civilissimo mondo romano conduceva verso la ruina. Di fatto i naturali comandamenti della simpatia e dell'altruismo sussistevano non solo migliaia d'anni prima nella società umana, ma anche in tutti gli animali superiori i quali vivono uniti insieme in strupi o stati; anzi essi hanno già la loro radice filogenetica nella riproduzione sessuale degli animali inferiori, nell'amore sessuale e nella cura della prole (neomelia) dalla quale dipende la

conservazione della specie. Perciò i moderni profeti del *puro egoismo*, Federico Nietzsche, Max Stirner, ecc., sono biologicamente in errore quando essi vogliono porre la loro « morale dei dominatori » al posto dell' amore generale del prossimo e quando dileggiano la simpatia come una debolezza di carattere od un errore morale del cristianesimo. Appunto nell'insistere sulla « simpatia » sta l'alto valore etico della dottrina cristiana, il quale durerà sempre quando i suoi dogmi tarlati saranno da gran tempo caduti in polvere. Solamente questo sublime comando dell'amor del prossimo non si dovrebbe unicamente limitare agli uomini, ma si dovrebbe estendere anche ai loro più « stretti parenti » ai vertebrati superiori, e in generale a tutti gli animali nei quali, in base alla loro struttura cerebrale, dobbiamo ammettere una sensazione cosciente, ed il senso di piacere e dolore. Soprattutto per gli animali domestici che noi teniamo giornalmente a nostro servizio e la cui affinità psichica coll'uomo ci è indubitata, dobbiamo curarci di aumentare le modeste gioie della loro vita e di diminuire il loro dolore. Cani fedeli e nobili cavalli nella cui compagnia noi abbiamo vissuto per anni e che noi amiamo, vengono da noi con ragione uccisi quando essi, giunti a tarda età, sono incurabilmente ammalati e soffrono penosi dolori. Nello stesso modo noi abbiamo il diritto, o se si vuole, il dovere, di porre un termine ai gravi dolori dei nostri simili quando una grave malattia senza speranza di miglioramento renda loro insopportabile l'esistenza e quando essi stessi ci pregano di « liberarli dal male ». Frattanto su tale questione i pareri dei medici sono ancora molto divisi, come io stesso ho appreso da molti discorsi su questo soggetto. Molti medici sperimentati che esercitano la loro greve missione con vero amor del prossimo e senza badare a pregiudizi dogmatici, non esitano ad abbreviare, dietro sua domanda, i gravi dolori di un malato incurabile con una dose di morfina o di cianuro potassico; di fatto con una simile morte improvvisa e senza dolore si rende spesso un grande servigio non solo allo stesso paziente, ma anche alla famiglia che soffre con lui. Altri medici invece, e certo il più dei giuristi, tengono opinione che quest'atto di compassione non sia permesso o sia addirittura un delitto, che il medico abbia il dovere, in qualsiasi circostanza, di prolungare la vita dell'uomo quanto gli è possibile. *Perchè?*

Medicina e filosofia. — Poichè ho toccato qui una delle più importanti questioni di etica sociale e delle più gravi per la coscienza medica, approfitto della circostanza per fare alcune considerazioni generali sulla posizione dei medici rispetto alla filosofia monistica. È scorso omai un mezzo secolo dacchè io, come studente nel *Julius-Hospital* di Würzburg, frequentava le cliniche. Più tardi, per vero, dopo aver sostenuto nel 1857 l'esame medico di Stato, esercitai solo per breve tempo la pratica medica; ma la conoscenza fondamentale dell'organismo umano, della sua struttura anatomica e delle sue funzioni fisiologiche che acquistai in tal guisa rimase per me di incalcolabile valore. Io debbo ad essa non solo un solido fondamento empirico per lo speciale studio della mia vita, la *zoologia*, ma anche l'indirizzo monistico di tutti i miei concetti sull'universo. Poichè la cultura medica comprende l'*antropologia* nel suo più ampio senso (e così dovrebbe comprendere anche la *psicologia*) il valore che essa ha per la filosofia speculativa non può essere mai abbastanza stimato. I metafisici scolastici che considerano ancor oggi come loro monopolio le cattedre di filosofia delle nostre università, avrebbero in gran parte evitato i loro fondamentali errori dualistici se essi si fossero procacciati solide cognizioni nell'anatomia e fisiologia, ontogenia e filogenia dell'uomo. Ma anche la patologia, lo studio dell'uomo *ammalato*, è pei filosofi estremamente

struttiva. Specialmente lo psicologo dallo studio delle malattie mentali e del loro sviluppo, soprattutto dalla frequentazione della clinica psichiatrica, acquista una profonda visione della vita psichica che senza ciò rimane chiusa ai metafisici speculativi.

Sono pochi i medici sperimentati e pensanti che veramente abbiano potuto serbare la fede tradizionale nell' « anima immortale » e nel « buon Dio ». Che cosa deve fare « lo spirito immortale nella vita eterna » del dilà quando già al di qua egli è affatto alienato oppure è idiota o cretino dalla nascita? Come può il « padre nostro » dannare all'eterna pena infernale lo sventurato delinquente se egli stesso l'ha gravato di labe ereditaria e l'ha messo in fatali circostanze nelle quali egli, mancando di libero arbitrio, doveva necessariamente cadere in colpa? E come mai il « Dio onnipotente e padre amorevole » può giustificare l'enorme somma di angustie e di miserie, di infelicità e di sventure che egli permette continuamente nella vita delle famiglie e degli Stati, negli spedali e nelle grandi città? Non fa meraviglia che valga l'antico proverbio: *Ubi tres medici, duo sunt athei* (dove sono tre medici, vi sono due atei). Un mio compagno di studi era un vecchio medico altrettanto sperimentato come filantropico che in ampii viaggi aveva conosciuto tutto il mondo e poi, come direttore di un grande spedale, aveva visto fino al fondo le miserie dell'umanità sofferente. Allevato religiosamente da pii genitori e dotato di soavi sentimenti poetici, fu solo dallo studio medico, fra ardue lotte interne allontanato dalle fedi infantili che gli erano divenute care (come accadde a me stesso a 21 anni). Mentre noi, poco tempo prima della sua morte, stavamo intrattenendoci dei grandi misteri della vita, egli mi disse: « Come non posso conciliare la fede nell'anima immortale e nel suo libero arbitrio colla mia esperienza psicologica, così non mi riesce in tutto il mondo di veder traccia di un « ordine morale » e di una benevola provvidenza; se veramente un Dio cosciente e ragionevole regge il mondo, questa personalità immateriale non può essere un dio d'amore, ma solo un demonio onnipotente la cui costante occupazione sia l'eterna, spietata vicenda del « divenire e dissolversi », del costrurre e rovinare ». Tuttavia si trovano pur sempre qua e là dei medici colti ed intelligenti che conservano la fede nei tre misteri centrali della metafisica, il che prova l'enorme potere della tradizione dogmatica e dei pregiudizi religiosi.

Conservazione della vita. — Noi dobbiamo considerare anche come un dogma tradizionale la diffusissima opinione che l'uomo sia tenuto in ogni circostanza a conservare e a prolungare la vita anche quando questa sia al tutto senza valore ed anzi pei malati gravemente sofferenti e senza speranza sia solo una fonte di pena e di dolori e pei loro congiunti una causa di continua cura e compassione. Centinaia di migliaia di insanabili malati, soprattutto pazzi, lebbrosi, cancerosi, ecc., nei nostri moderni Stati colti vengono artificiosamente mantenuti in vita e vengono accuratamente prolungati i loro continui tormenti senza alcun utile pei malati stessi o per la società. Sono, soprattutto, istruttivi a tale riguardo la statistica degli alienati, il continuo crescere dei manicomii e dei sanatorii per le malattie nervose. Nella sola Prussia furono nel 1890 curati nei manicomii 51.048 malati di mente (di cui oltre 6000 nella sola Berlino); più del decimo di essi erano affatto insanabili (4000 solo paralitici). In Francia nel 1871 erano ricoverati nei manicomii 49.589 malati (13,8 ‰ della popolazione), nel 1888 invece 70.443 (18,2 ‰); dunque nel corso di 17 anni il numero assoluto di questi malati era cresciuto quasi del 30 % (29,6 %), mentre il numero dell'intera popolazione non era cresciuto che di 5,6 %.

Presentemente il numero complessivo dei mentecatti negli Stati colti è circa del 5-6 ‰. Se si stima la popolazione complessiva d'Europa a 390-400 milioni, vi si trovano dunque almeno due milioni di mentecatti e fra questi più di 200.000 insanabili. Che enorme somma di pena e di dolore esprimono queste spaventevoli cifre per gli infelici malati, che indicibile massa di tristezza e di cure per le loro famiglie, quanta perdita di patrimonio privato e pubblico per la società! Quanta parte di questi dolori e di queste perdite potrebbe essere risparmiata se una volta ci si volesse decidere a liberare dalle loro pene senza nome gli assolutamente insanabili con una dose di morfina! Naturalmente questo atto di compassione e di ragione non dovrebbe essere lasciato all'arbitrio di un solo medico, ma dovrebbe avvenire dopo una decisione di una commissione di medici fidati e coscienziosi. Così pure per altri malati insanabili e gravemente sofferenti (per es. per gli affetti di cancro) la *liberazione dal male* per mezzo di una dose di veleno che agisca senza dolore e prontamente, non si dovrebbe concedere che a *domanda* espressa, eventualmente protocollata secondo legge, dello stesso malato e dovrebbe affidarsi ad una commissione legata da giuramento.

Selezione spartana. — Gli antichi Spartani dovettero gran parte del loro straordinario valore, tanto per forza e bellezza corporale come per energia e attività intellettuale, all'antico costume di uccidere quei neonati che fossero deboli o deformi. Lo stesso costume si trova ancora oggidì presso molti selvaggi e barbari. Quand'io nel 1868 (nella 7ª « Conferenza della Storia della creazione naturale ») accennai ai vantaggi di questa selezione spartana ed alla sua utilità pel miglioramento della razza, si levò nelle pie gazzette una fiera tempesta d'indignazione, come avviene ogni qual volta la « ragion pura » osa apertamente andar contro ai pregiudizi predominanti ed alle proposizioni tradizionali della fede. Ma io domando: quale utile trae l'umanità dal mantenere artificiosamente in vita e dall'allevare le migliaia di sciancati, sordomuti, cretini, di esseri gravati di mali ereditarii ed insanabili che nascono ogni anno? E qual bene hanno dalla loro vita queste compassionevoli creature? Non è forse cosa molto migliore e più ragionevole di tagliare fin dal principio la via all'inevitabile disgrazia che la loro misera vita deve portare ad essi ed alle loro famiglie? Contro a ciò non si deve sollevare l'obbiezione che la religione lo vieti; il cristianesimo anzi ordina di dar la vita pei nostri fratelli e di rigettarla quando essa ci offenda, cioè quando essa sia una inutile fonte di pene per noi stessi e per i nostri congiunti. Realmente si solleva piuttosto contro a queste idee il cosidetto *sentimento* e la tradizionale forza dei *costumi*, cioè delle abitudini ereditarie alle quali fin dalla prima istruzione giovanile si appende il manto della religione per quanto fondata sulla sragionevolezza e sulla superstizione. Tali *santi costumi* sono per la massima parte fra i costumi più dannosi. « Si ereditano leggi e diritti come un'eterna malattia » (Goethe); ciò è anche vero per le abitudini e pei costumi sociali da cui originano le leggi ed i diritti. Ma il *sentimento* in questioni etiche così importanti non dovrebbe mai smuovere le basi della ragione pura. Come già rilevai nel capitolo I dei « Problemi dell'universo » il sentimento è una funzione cerebrale per vero molto simpatica, ma anche molto pericolosa; colla conoscenza della *verità* esso ha così poco da fare come la cosidetta « rivelazione ». Ciò dimostra meglio di tutto lo stesso dualismo di Kant, il cui *Mundus intelligibilis* era essenzialmente il prodotto della fede sentimentale.

SESTO CAPITOLO

PLASMA

La sostanza vivente. — Fisica, chimica e struttura del plasma. Carioplasma e citoplasma. — Differenziamenti del plasma e prodotti del plasma.

« I limiti imposti all'osservazione empirica ed allo studio sperimentale del mondo organico sono già stati così respinti verso l'interno, che essi in tutti gli organismi e in tutte le parti degli animali e delle piante (nei muscoli e nervi, negli organi escretori e nei tessuti di sostegno) non circoscrivono più che uno stesso contenuto, cioè quella sostanza che noi ora chiamiamo *protoplasma*. Qui comincia il dominio legittimo dell'*ipotesi*. Poichè *tutti i processi vitali si compiono entro il protoplasma*, così da quest'ipotesi si richiede soprattutto che essa ci fornisca un concetto chiaro, che si colleghi a stati e processi noti della *natura inorganica*, intorno all'ordinamento fisico ed alla composizione chimica di questa sostanza vivente e intorno ai processi elementari che in essa si compiono ».

Max Kassowitz (1899).

SOMMARIO DEL CAPITOLO SESTO

Il plasma è la sostanza vivente generale. — Concetto chimico e morfologico di protoplasma. — Carattere fisico. — Stato d'aggregazione semifluido. — Analisi chimica. — Natura colloide dell'albumina. — Molecola dell'albumina. — Struttura elementare del plasma. — Lavorio del plasma. — Protoplasma e metaplasma. — Strutture del metaplasma. — Struttura schiumosa. — Struttura reticolata. — Struttura filare. — Struttura granulare. — Struttura molecolare. — Molecole del plasma. — Plastiduli e biogeni. — Micelli e biofori. — Carioplasma e citoplasma. — Sostanza nucleare. — Cromatina ed acromina. — Nucleolo e centrosoma. — Carioteca e cariolinfa. — Sostanza della cellula. — Differenziamenti del plasma. — Prodotti del plasma. — Prodotti interni del plasma. — Prodotti esterni del plasma. — Membrana cellulare. — Sostanza intercellulare. — Sostanza cuticolare.

BIBLIOGRAFIA

Max Schultze, 1861. *Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen* Lipsia. (Il protoplasma dei rizopodi e delle cellule vegetali).

Ernst Haeckel, 1862. *Monographie der Radiolárien: Sarcode und Protoplasma.* (Monografia dei radiolari).

Idem, 1876. *Ueber die Wellenzeugung der Lebenstheilchen oder die Perigenesis der Plastidule,* II vol. delle «Ges. Vorträge», 1902. Bonn. (La perigenesi dei plastiduli).

Idem, 1894. *Phylogenie der Protisten,* 1° vol. della «Systematische Phylogenie» Berlino. (Filogenia sistematica, 1° vol.).

Carl Naegeli, 1884. *Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre.* München. (Teoria meccanico-fisiologica della discendenza).

Adalbert Hanstein, 1879. *Das Protoplasma (populär).* Heidelberg. (Il protoplasma).

R. Altmann, 1890. *Die Elementar-Organismen und ihre Beziehungen zu den Zellen.* Lipsia. (Gli organismi elementari ed i loro rapporti colle cellule).

Julius Wiesner, 1891. *Die Elementar-Structur und das Wachsthum der lebenden Substanz.* Vienna. (La struttura elementare e l'accrescimento della sostanza vivente).

Oscar Hertwig, 1892. *Die Zelle und die Gewebe.* Jena. (La cellula ed i tessuti).

Otto Bütschli, 1892. *Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma.* Lipsia. (Ricerche sulle schiume microscopiche ed il protoplasma).

Max Verworn, 1894. *Von der lebendigen Substanz (Protoplasma);* II capitolo dell'«Allgemeine Physiologie», 4ª edizione, 1903. Jena. (Fisiologia generale, 2° capitolo).

Ludwig Rhumbler, 1899. *Allgemeine Zellenmechanik.* Göttingen. (Meccanica cellulare generale).

Franz Hofmeister, 1901. *Die chemische Organisation der Zelle.* Braunschweig. (Organizzazione chimica della cellula).

Richard Neumeister, 1903. *Betrachtungen über das Wesen der Lebenserscheinungen.* Jena. (Considerazioni sull'essenza dei fenomeni vitali).

Otto Fürth, 1903. *Vergleichende chemische Physiologie der niederen Thiere.* Jena. (Fisiologia chimica comparata degli animali inferiori).

Max Kassowitz, 1899. *Aufbau und Zerfall des Protoplasma,* 1° vol. dell'«Allgemeine Physiologie». Vienna. (Fisiologia generale, 1° vol.).

Sotto il nome di *plasma*, in amplissimo senso, noi comprendiamo in modo generalissimo la *sostanza vivente*, cioè i corpi i quali si comportano attivamente come « base materiale dei fenomeni organici vitali ». Ordinariamente si usa anche a tal uopo il nome di *protoplasma:* ma questo concetto antico e storicamente importante essendo stato inteso in modi molto varii ha subìto tanti mutamenti per ciò che riguarda il suo significato, il suo contenuto e la sua estensione, che è utile non usarlo più che in stretto senso. Si aggiunga che negli ultimi anni le ricerche sul protoplasma si sono grandiosamente estese e che si sono fabbricati molti nuovi nomi i quali tutti sono composti colla parola « plasma » unita ad un attributo subordinato; essi ci designano « peculiari specie » del « concetto generale di plasma » o « speciali modificazioni » di questa « sostanza fondamentale generale », così, per es.: metaplasma, archiplasma, ecc.

Concetto di protoplasma. — Il botanico Hugo Mohl, che nel 1846 stabilì il concetto del protoplasma, intendeva con esso una parte del contenuto dell'ordinaria cellula vegetale, cioè quella sostanza fluido-vischiosa che Schleiden chiamava « mucilagine cellulare » e che si stende alla superficie interna della parete di cellulosa, spesso forma anche una rete od un graticcio variabile entro al succo cellulare acquoso e che mostra movimenti caratteristici. Mohl distinse quest'importantissimo strato parietale, quale costituente essenziale della cellula, col nome di « otricolo primordiale » e designò la sua sostanza, chimicamente diversa dalle altre parti della cellula, col nome di *protoplasma*, come a dire: la primieramente formata, la « più antica struttura » dell'organismo. È importante notare che Mohl, fondatore del concetto di *protoplasma*, intendeva questo concetto in senso puramente *chimico*, non già *morfologico* come fanno Oscar Hertwig e molti moderni citologi. Io manterrò questo concetto chimico primitivo del *protoplasma*, o brevemente *plasma*. In questo senso lo intendeva anche Max Schultze il quale nel 1860 constatò la sua straordinaria importanza e la sua

generale presenza in tutte le cellule viventi e provocò quell'importante riforma della teoria cellulare di cui diremo in appresso.

Lo scambio del concetto chimico e di quello morfologico di *protoplasma*, è stato fatale per la recente biologia ed ha generato grande confusione. Essa proviene da ciò che per lo più non fu chiaramente formolata l'opposizione fra i due elementi essenziali del moderno concetto di cellula, la differenza anatomica fra nucleo cellulare e corpo cellulare. L'interno *nucleo cellulare* (*nucleus* o *karyon*) apparve come un elemento solido, formale, morfologicamente determinato della cellula, invece la massa esterna più molle che ora noi chiamiamo *corpo della cellula* (*celleus* o *cytosoma*), come *protoplasma* amorfo, definibile solo chimicamente. Solo molto più tardi risultò che anche la natura chimica del nucleo è strettamente affine a quella del corpo della cellula e che si può acconciamente riunire il *carioplasma* del primo col *citoplasma* di quest'ultimo nel concetto generale di *plasma*. Tutte le rimanenti sostanze che oltre a questa si trovano ancora nell'organismo vivente sono prodotti o derivati di questo attivo *plasma*.

Carattere del plasma. — Data la straordinaria importanza che noi dobbiamo perciò attribuire al plasma, come a « latore universale di *tutti* i fenomeni vitali » (o « base fisica della vita », come disse Huxley) è naturalmente importantissimo stabilire chiaramente tutte le proprietà di esso ed in primo luogo quelle chimiche. Questo còmpito è però reso difficile dal fatto che il plasma nel più delle cellule organiche è strettamente collegato con svariatissimi « prodotti plasmatici » e raramente si può isolare, mai ottenere affatto puro in grande quantità. Noi dobbiamo dunque attenerci qui in massima parte ai risultati imperfetti e spesso variamente interpretati delle ricerche microscopiche e microchimiche.

Carattere fisico del plasma. — In tutti i casi in cui, con grande difficoltà, riesce di studiare del plasma relativamente puro ed a separarlo dai prodotti plasmatici esso appare come una massa incolora, vischiosa, la cui proprietà fisica più importante è la sua particolare consistenza, il suo speciale *stato d'aggregazione*. È noto che la fisica distingue nei corpi naturali inorganici tre diversi stati di aggregazione: il solido, il liquido ed il gasoso. Il protoplasma attivamente vivente non può, a rigor di termini, venir chiamato nè « liquido », nè « solido », nel senso fisico di queste parole; piuttosto esso si trova in uno stato intermedio fra questi due, che è più semplice chiamare « semifluido » o « vischioso », paragonabile di preferenza a quello di una soluzione mucilaginosa o ad una gelatina in via di raffreddamento. Come in questa massa solidificantesi si presentano tutti i gradi intermedii

fra il corpo « affatto solido » ed il « liquido », lo stesso avviene anche col plasma. La ragione di questa « consistenza molle » sta nell'abbondante *contenuto acqueo* della sostanza vivente, il quale ordinariamente rappresenta oltre la metà del suo volume e del suo peso. L'acqua è distribuita fra le molecole del plasma cioè fra le minime particelle della « sostanza vivente », nella stessa guisa come l'acqua di cristallizzazione nei sali cristallini; ma coll'importante differenza che la sua quantità nel plasma è molto variabile e può mutare continuamente. Da ciò dipende la facoltà di gonfiarsi cioè il potere di imbibizione che ha il plasma, e la facile mobilità delle sue molecole, la quale pel prodursi dei fenomeni vitali è di massima importanza. Però questo potere d'imbibizione ha per ogni specie di plasma i suoi limiti definiti; il plasma vivente non si scioglie nell'acqua, ma oppone un'assoluta resistenza all'ulteriore penetrazione d'acqua oltre questi limiti.

Carattere chimico del plasma. — La chimica della « sostanza vivente » è la più importante ed interessante, ma anche la più difficile ed oscura parte di tutta la chimica biologica. Malgrado le innumerevoli, acute ed accurate ricerche che furono instituite su di essa nella seconda metà del secolo XIX dai più valenti fisiologi e chimici, noi siamo ancor oggi ben lontani da una soddisfacente soluzione di questo tema fondamentale della biologia. Ciò dipende da un lato dalle straordinarie difficoltà che presenta la preparazione del puro plasma vivente e la sua empirica analisi chimica, dall'altro dai molteplici errori e malintesi che sorgono quando si tratti unilateralmente questo difficile còmpito e soprattutto quando si confondano insieme il concetto chimico ed il concetto morfologico di plasma. Così si spiegano le strane contraddizioni nelle quali vengono l'un contro l'altro i più segnalati chimici e fisiologi, botanici e zoologi. Poichè non ci è qui dato occuparci della estesa, intricatissima e contradditoria bibliografia di questo argomento io mi limito ad accennare agli scritti citati a pag. 112 e riassumo brevemente i risultati ai quali sono giunto io stesso coll'esame critico di essi ed in base ai miei proprii studii sul plasma incominciati nel 1859.

Concetto chimico del plasma. — Fin dal principio di questo studio fondamentale noi dobbiamo subito mettere in chiaro che « protoplasma » (nel senso generalissimo in cui esso viene qui inteso) è un concetto *chimico* e non esprime una « miscela di diverse sostanze » od un « miscuglio di una piccola quantità di sostanze solide con copioso liquido ». Dice molto bene a questo riguardo il biochimico Riccardo Neumeister (l. c., p. 45): « Noi cerchiamo l'essenza del

protoplasma in peculiari processi che si compiono nella materia di esso. *Il protoplasma è per noi un concetto chimico* tale che incorpora in sè le più elevate funzioni chimiche che siano immaginabili ». Anche il concetto di Oscar Hertwig, che la sostanza vivente sia una « miscela » o un « miscuglio » di molte sostanze chimiche, non lo posso, dal mio punto di vista, accettare; infatti miscuglio o miscela sono espressioni chimiche che indicano diversi gas o sostanze pulverulenti che si comportino vicendevolmente in modo indifferente, proprietà che certo non si ritrova nei diversi elementi del protoplasma. Quando si parla di sostanza vivente o di protoplasma non si esclude naturalmente con questa designazione *generale* che la materia vivente abbia in ogni caso speciale una composizione affatto specifica. Se invece molti fisiologi concepiscono anche oggidì il « protoplasma » come un « miscuglio di diverse sostanze », questo è un errore che nasce per lo più dal non distinguere nettamente il concetto chimico dal morfologico, e dal considerare come *primarie* certe modalità di struttura del plasma le quali non appaiono che in via *secondaria* nello stesso corpo cellulare come prodotti della sua attività vitale.

Analisi chimica del plasma. — Fu già riconosciuto dagli antichi biologi, i quali dapprima stabilirono il concetto di *protoplasma* e studiarono questa sostanza, che questa « materia vivente » appartiene al gruppo chimico dei *corpi albuminoidi* (*albumine* o *proteine*). I molti caratteri pei quali queste combinazioni azotate del carbonio si distinguono qualitativamente da tutti gli altri composti chimici, il modo di comportarsi rispetto agli acidi ed alle basi, le particolari reazioni di colore verso certi sali, i prodotti di decomposizione, ecc., sono comuni a tutti i corpi plasmatici come a tutti gli altri corpi albuminoidi. In ciò concordano anche i risultati dell'analisi quantitativa. Per quanto si possano comportare differentemente l'un dall'altro i molteplici corpi plasmatici, tuttavia essi mostrano pur sempre la stessa composizione generale risultante di cinque « elementi organogeni » come gli altri corpi albuminoidi i quali elementi sono (distribuiti secondo il peso): carbonio (51-54 %), ossigeno (21-23 %), azoto (15-17 %), idrogeno (6-7 %) e solfo (1-2 %). Il modo in cui gli atomi di questi cinque elementi si collegano nell'albumina e in cui sono raggruppate le loro molecole è però estremamente complicato e vario; perciò la questione della natura chimica dei corpi plasmatici richiede dapprima che noi diamo uno sguardo al gruppo maggiore dei corpi albuminoidi al quale essi appartengono.

Albumina o proteina. — Fra tutti i corpi che ci sono conosciuti le combinazioni del carbonio che si riuniscono sotto il concetto

chimico di *albumine* o *proteine* sono le più notevoli, purtroppo sono anche le meno note.

Infatti il loro esatto studio si urta contro difficoltà straordinarie maggiori di quelle che si riscontrano in qualsiasi altro gruppo di composti chimici. Come si comporti press'a poco l'ordinaria albumina lo sa ognuno dall'albumina trasparente e vischiosa che circonda la gialla sfera vitellina dell'uovo di gallina, e che colla cottura si coagula in una massa bianca ed opaca. Ma questa speciale forma di albumina, che si può facilmente ottenere in grande quantità dalle grosse uova degli uccelli e dei rettili, non è che *una* delle innumerevoli *specie di albumine e proteine* che si trovano nel corpo dei diversi animali e vegetali. Tuttavia i chimici si sono finora sforzati invano di riconoscere la *struttura chimica* di queste enigmatiche combinazioni proteiche. Solo di rado è possibile ridurle in forma chimicamente pura a *cristalli*. Per lo più esse appaiono come *colloidi*, cioè come masse gelatinose non cristalline le quali oppongono alla diffusione attraverso a tramezzi porosi una molto maggior resistenza che non i cristalli (cfr. sopra, pag. 40). Ma sebbene non si sia finora riusciti a riconoscere esattamente la costituzione molecolare delle albumine, tuttavia gli sforzi accuratamente diretti a questo scopo dai chimici hanno condotto ad alcuni risultati generali che hanno per noi grande importanza. Fra questi soprattutto il concetto generale della loro *costituzione molecolare*.

La molecola di albumina. — Le molecole sono le più piccole parti fra loro simili nelle quali si può scomporre la massa di qualunque corpo naturale, senza che se ne alteri il carattere chimico. Le molecole di ciascun composto chimico son dunque composte di due o più atomi diversi. Quanto maggiore è in un composto il numero degli atomi, tanto maggiore è il suo peso molecolare. Gli interspazii fra le molecole e fra gli atomi che le costituiscono sono riempiti dall'etere imponderabile ed estremamente elastico. Poichè anche le più grosse molecole non occupano che uno spazio piccolissimo ed anche coi più potenti ingrandimenti restano molto al disotto dei limiti del visibile, così tutti i concetti che si hanno sulla loro costituzione si basano su teorie fisiche, generali e su speciali ipotesi chimiche. Ciò malgrado, la *stereochimica*, la scienza moderna della struttura molecolare dei composti chimici, non solo è una parte ben giustificata della filosofia naturale, ma ci dà ancora le più importanti indicazioni sui rapporti reciproci degli elementi e sui moti invisibili compiuti dagli atomi nella loro costituzione. Inoltre essa ci conduce a valutare approssimativamente la grandezza relativa delle molecole ed il numero degli atomi che in esse sono raggruppati. Ma appunto

i corpi albuminoidi offrono in questa valutazione le maggiori difficoltà, e le condizioni della loro struttura sono finora rimaste in gran parte oscure. Tuttavia le ricerche su questo punto hanno condotto ad alcune opinioni generali che noi possiamo formolare nelle proposizioni seguenti: 1° la molecola d'albumina è straordinariamente grossa e perciò il suo peso molecolare è altissimo (più alto che nella maggior parte o nella totalità degli altri composti); 2° il numero degli atomi che la costituiscono è molto grande (sorpassa probabilmente il migliaio); 3° la posizione degli atomi e dei gruppi di atomi nella molecola di albumina è molto complicata ed in pari tempo molto labile, cioè molto variabile, facilmente spostabile. Queste proprietà che la chimica moderna attribuisce a tutti i corpi albuminoidi valgono anche per tutti i corpi plasmatici; per questi però in maggior misura, poichè il ricambio materiale entro la sostanza vivente determina un continuo spostamento degli atomi. Questo spostamento, secondo l'opinione di Franz Hofmeister, vien determinato dalla formazione di fermenti od enzimi, cioè di *catalizzatori* di struttura colloidale. In senso fisiologico Verworn ha dato a queste molecole di plasma il nome di *biogeni*.

Struttura elementare del plasma. — La profonda visione del significato e dell'essenza degli organi e delle cellule della quale siamo debitori rispettivamente all'anatomia comparata ed all'istologia doveva naturalmente far nascere in noi il desiderio di penetrare allo stesso modo nella struttura elementare del plasma che è il più importante elemento attivo delle cellule. I perfezionati metodi della moderna citologia, i grandi progressi di cui il moderno studio delle cellule è debitore al microtomo, alla microchimica coi suoi raffinati metodi di colorazione, ecc., hanno dunque negli ultimi tre decennii spinto molti osservatori a scrutare le più minute strutture dell'organismo elementare ed a costruire su questa base delle ipotesi sulla « struttura elementare del protoplasma ». Tutte queste rappresentazioni teoriche, in quanto esse vogliono scoprire la minuta struttura del plasma puro, hanno, secondo la mia opinione, un grave difetto fondamentale: esse riguardano strutture microscopiche le quali non appartengono al *plasma* (considerato come corpo chimico) ma invece al *corpo cellulare* (*citosoma*) del quale il plasma è in realtà il più importante costituente attivo; queste microstrutture non sono le *cause* efficienti del processo vitale, ma invece i *prodotti* di esso. Esse sono prodotti filogenetici dei molteplici differenziamenti subìti poco alla volta dal plasma originariamente omogeneo ed amorfo nel corso di molti milioni d'anni. Io considero perciò tutte queste *strutture plasmatiche* (le maglie, i fili, i granuli, ecc.), non come originarie, come date in via *primaria*, ma

come acquisite, sviluppatesi in via *secondaria*. Quando queste strutture si riferiscono propriamente al plasma, questo non può più essere chiamato che *metaplasma*, cioè plasma differenziato, modificato dal processo vitale stesso. Il vero *protoplasma*, come sostanza vischiosa, colla sua originaria omogeneità chimica, non può, secondo noi, aver avuto ancora alcuna struttura anatomica. Studiando le *monere* (nel capitolo IX) noi ci convinceremo che di tali semplicissimi *organismi senza organi* ne esistono realmente ancora.

Protoplasma e metaplasma. — La parte di gran lunga maggiore del plasma che, come attiva « sostanza vivente » si presenta negli organismi al nostro studio è *metaplasma*, cioè *plasma secondario*, la cui sostanza primitivamente omogenea in seguito a differenziamenti filetici avvenuti nel corso di molti milioni d'anni ha acquistato determinate strutture. A questo plasma modificato, secondariamente alterato, si oppone l'originario e semplice *plasma primario* dalla cui trasformazione esso è sorto; per questa forma originariamente omogenea del plasma amorfo si potrebbe acconciamente mantenere la designazione di *protoplasma* in senso stretto; poichè tuttavia questa designazione ha oramai quasi perduto ogni fisso significato e viene spesso usata in sensi differentissimi, è forse più conveniente di designare questo *plasma primario* veramente omogeneo col nome di *archiplasma*. Esso si trova ancora presentemente: primo, nel corpo di molte monere (non di tutte), in parte delle cromacee e dei batterii, nelle protamebe e nei *Protogenes;* secondo, nel corpo di molti giovanissimi protisti e di giovani cellule dei tessuti; in questo caso però v'è già la differenza chimica fra l'interno carioplasma e l'esterno citoplasma.

Quando si osservano tali cellule giovanili coi più potenti ingrandimenti e col sussidio della moderna tecnica di colorazione, il loro protoplasma ci si presenta interamente omogeneo ed amorfo oppure v'han solo sparsi irregolarmente entro esso minutissimi granuli che si considerano come prodotti del ricambio materiale. È soprattutto facile convincerci di ciò in molti rizopodi, soprattutto amebe, talamofori e micetozoi. Vi sono grosse amebe che emettono dal loro corpo unicellulare mobili pseudopodii, presentantisi come larghi prolungamenti lobiformi del nudo corpo cellulare, i quali mutano continuamente la loro forma, grandezza e posizione. Se questi lobi vengono uccisi e poi studiati coll'aiuto dei migliori metodi di colorazione, ogni sforzo per scoprire in essi una qualche struttura appare tuttavia vano; e lo stesso vale per i pseudopodii dei micetozoi e di molti altri rizopodi. Inoltre il lento moto fluente

del liquido protoplasma mostra che questo non può qui esser composto di minuti elementi solidi. Ciò appare soprattutto chiaro in quelle amebe e quei micetozoi nei quali v'ha uno *strato corticale* (jaloplasma) jalino, più saldo e privo di granuli, più o meno distinto da un torbido, più molle e granuloso *strato midollare* (*polioplasma*); poichè entrambi sono semifluidi e passano senza limiti definiti l'uno nell'altro è in essi senz'altro esclusa la presenza costante di una struttura morfologica.

Lavorio del plasma (*funzioni fisiologiche della sostanza vivente*). — La vita organica, considerata nella sua infima e più semplice forma, non è altro che una sorta di *ricambio materiale*, cioè un processo puramente *chimico*. Tutta quanta l'attività vitale delle *cromacee*, di questi che sono i più semplici ed antichi organismi che ci sian noti, si limita a quel processo di ricambio che noi chiamiamo *plasmodomia* od *assimilazione del carbonio*. Gli omogenei ed amorfi granuli sferici di plasma che costituiscono nella più semplice forma immaginabile l'intero organismo di questi protofiti primitivi (*Chroococcus*, *Aphanocapsa*, ecc.) esauriscono tutta la loro attività vitale nel processo della propria conservazione; essi conservano il loro individuo mediante il loro semplice ricambio materiale; essi crescono coll'aggiunta di nuovo plasma in tal modo acquistato e si scindono per dimezzamento in due uguali granuli sferici di plasma quando l'accrescimento oltrepassa una certa misura: riproduzione per bipartizione, conservazione della specie.

Come queste cromacee non lasciano distinguere nel loro semplice corpo plasmatico *organi* speciali, o meglio *organuli*, così nel loro processo vitale non si possono distinguere diversi lavori; quel processo si limita al lavoro primitivo del loro *ricambio* vegetale. Noi vedremo più oltre che si tratta qui di un processo puramente chimico che è simile alla *catalisi* dei composti inorganici; per questo processo non c'è bisogno nè di organi speciali, nè di minute strutture elementari del plasma. Lo « scopo » della loro vita, la conservazione, è raggiunto tanto semplicemente come nella catalisi di qualsiasi composto inorganico o nella formazione di cristalli nell'acqua madre.

Se si paragona questa semplicissima attività vitale delle monere con quella dei protisti molto differenziati (per es., diatomee e desmidiacee, radiolari ed infusori) la distanza biologica fra di loro sembra enorme: essa appare naturalmente anche maggiore se si estende il paragone agli elevati metafiti e metazoi nel cui corpo milioni di cellule cooperano al lavoro dei differenti tessuti ed organi.

Struttura del metaplasma. — Nella gran maggioranza di tutte le cellule, tanto nelle autonome cellule dei protisti, come nelle cellule dei tessuti degli istoni, si possono osservare nel plasma minute strutture più o meno determinate e costanti; noi le consideriamo sempre come prodotti filetici, secondarii, del processo vitale, e perciò teniamo questo plasma differenziato per un *metaplasma*. La varia interpretazione degli aspetti microscopici presentati da questo metaplasma ha condotto a diversissime opinioni e controversie; in esse ha gran parte il desiderio di scoprire in queste secondarie strutture plasmatiche le cause primarie dell'attività vitale od i veri minimi organuli elementari della cellula. Le più importanti fra le diverse teorie stabilite a questo riguardo sono quelle della struttura schiumosa, della struttura reticolare, della struttura filare e della struttura granulare del plasma.

Tutte queste teorie sulla struttura valgono pel plasma in generale, ma anche in modo speciale per le due forme principali di esso, il *carioplasma* del nucleo ed il *citoplasma* del corpo cellulare.

I. Struttura schiumosa del plasma (*struttura alveolare*). — Fra i molti diversi tentativi di riconoscere nella sostanza vivente una determinata fine struttura, quello che recentemente ha incontrato il più grande favore è la teoria della struttura schiumosa (od alveolare) del plasma. Segnatamente Otto Bütschli di Heidelberg, basandosi su accurate osservazioni ed esperienze continuate per anni, ha cercato di porla a base dei nostri concetti circa il plasma. È indubitato che il plasma vivente di molte cellule mostra una minuta struttura che è più acconciamente paragonabile ad una fine schiuma di sapone; innumerevoli bollicine giaciono fittamente serrate entro ad un liquido e per reciproca pressione prendono forma di cavità poliedriche. Bütschli nel 1892 fabbricò artificialmente finissime spume oleose macinando finissimamente con olio d'oliva dello zuccaro di canna o della potassa e portando poi una gocciolina di questa massa in una goccia d'acqua sotto al microscopio. Le singole particelle minutissime di zuccaro esercitavano allora per diffusione un'azione attrattiva sulle particelle acquee, queste penetravano nella massa oleosa, scioglievano lo zuccaro e formavano così delle minute vescicole. Poichè le vescicole di acqua zuccherata non si mescolano coll'olio, esse appaiono come cavità chiuse da ogni parte, le quali, per reciproca pressione, si schiacciano a poliedri. La spiccata rassomiglianza tra queste « schiume di sapone oleoso » prodotte artificialmente e le strutture naturali microscopicamente visibili di molte specie di plasma può apparire tanto più importante inquantochè Bütschli, Giorgio Quincke ed altri hanno anche scoperto in entrambe eguali correnti, e poichè questi movimenti apparentemente spontanei si possono spiegare fisicamente coll'adesione, imbibizione ed altre cause meccaniche, parve che qui si aprisse la prospettiva di ricondurre a forze puramente fisiche anche i movimenti apparentemente « vitali » dati dal flusso del vivente plasma. Segnatamente Ludwig Rhumbler di Gottinga, esattissimo conoscitore dei rizopodi, ha cercato recentemente di dare in questo senso un'« Analisi fisica dei fenomeni vitali delle cellule ». Presentemente la teoria alveolare coi suoi molteplici tentativi di porre una fine struttura del

plasma a base anatomica essenziale di una spiegazione delle funzioni fisiologiche ha avuto il sopravvento. Tuttavia è da notare che sotto lo stesso concetto si sono spesso confusi fenomeni diversi, cioè da un lato la grossolana struttura schiumosa proveniente dalla entrata di acqua nella sostanza vivente, d'altro lato una struttura molecolare invisibile ed ipotetica; entrambe si possono teoricamente distinguere bene dalla fine struttura del plasma la quale è visibile a forte ingrandimento; ma non è facile stabilirne i limiti.

II. Struttura reticolare del plasma. — Una seconda veduta circa la fine struttura del plasma, la quale anche prima della teoria vacuolare aveva trovato molto buona accoglienza, fu stabilita nel 1875 da Carlo Frommann e Carlo Heitzmann e sostenuta anche da Leydig, Schmitz ed altri; essa interpreta la figura reticolata che offre microscopicamente il plasma in altro modo. Essa ammette che il plasma risulta da un'impalcatura di fili o fibrille collegati a rete, i quali si espandono e ramificano entro allo spazio cellulare pieno di liquido; si paragona anche questa struttura ad una spugna e si parla così di una *struttura spongiosa*. Anche simili strutture reticolari si possono produrre artificialmente facendo, per esempio, coagulare una densa soluzione di colla o di albumina coll'aggiunta di alcool od acido cromico. Indubbiamente esistono anche tali « impalcature plasmatiche » tanto nel nucleo come nel corpo della cellula; ma esse sono per lo più (o sempre?) secondarii prodotti d'organizzazione dell'organismo elementare (« organi della cellula »), non già strutture elementari del suo plasma. Inoltre la sezione ottica di una schiuma o d'una massa alveolare, vista al microscopio su di un piano, offre la stessa configurazione che un minuto reticolo. Fra le due figure è appena possibile riconoscere una differenza. Certo non si può ammettere la struttura reticolare come struttura fondamentale generale del plasma.

III. Struttura filare del plasma. — Poichè nel plasma di molte cellule, tanto nel carioplasma del nucleo quanto nel citoplasma del corpo cellulare, si osservano esili filamenti, credette il citologo Flemming di Kiel (1882) di poter ammettere nel plasma di tutte le cellule simili minute strutture a fili e fondò su ciò la sua *teoria filare* del plasma. Egli ammette che nella sostanza vivente in generale si devono distinguere due specie chimicamente diverse di plasma, la sostanza filare (*massa filare*) e la sostanza intermedia (*massa interfilare*). Gli esili fili della prima sono ora più lunghi, ora più corti, e scorrono ora semplici e separati, ora ramificati e collegati a rete (*mitoma* e *paramitoma*). In certi stati della vita cellulare, soprattutto nella « divisione indiretta », queste strutture filamentose hanno una funzione importante, così pure nelle cellule altamente differenziate, per es., nelle cellule gangliari. Ma in molti casi i fili del plasma possono non essere altro che parti di un reticolo o figure di profilo di una struttura schiumosa (pareti di alveoli viste in sezione). Ad ogni modo non si può dimostrare che le strutture filari siano una struttura elementare generale del plasma e, secondo la nostra opinione, tali strutture sono sempre prodotti filetici secondarii della sostanza vivente, mai costituenti elementari primarii di essa.

IV. Teoria granulare del plasma. — Essenzialmente diversa dalle tre precedenti teorie sulla minuta struttura del plasma si presenta la *teoria granulare* stabilita da Altmann nel 1890. Egli ammette che ogni sostanza vivente è originariamente formata da piccoli *granuli* rotondi e che questi *bioblasti* dotati di vita indipendente sono propriamente i veri « organismi elementari », i microscopici « individui di prim'ordine », perciò le cellule, le quali risultano da associazioni di

simili granuli, sarebbero piuttosto da considerarsi come individui di second'ordine. Fra i granuli della *sostanza granulare* (la vera sostanza attivamente vivente) sarebbe presente dovunque nel plasma una *sostanza intergranulare;* in questa sarebbero regolarmente ordinati e distribuiti i granuli. I granuli stessi, o bioblasti, sono omogenei, ora sferici, ora ovali o di altra forma. Però la distinzione di queste sostanze è affatto arbitraria, nè chimicamente, nè morfologicamente definita. Sotto il concetto di *granuli* Altmann comprende alla rinfusa i più varii elementi contenuti nelle cellule, granuli di grasso, di pigmento, di secrezione ed altri prodotti del ricambio. Perciò la teoria granulare di Altmann è ora generalmente abbandonata. Ciò malgrado le serviva di base un pensiero giusto, cioè il concetto che le proprietà e funzioni vitali della sostanza vivente si devono spiegare ammettendo piccole particelle costitutive discrete che compongono il plasma e che si muovono entro ad una sostanza intermedia semifluida. Ma queste vere « parti elementari » della sostanza vivente non sono microscopicamente visibili, ma appartengono al dominio molecolare che sta molto al di là dei limiti della visibilità. Secondo la nostra opinione i *granuli* visibili o « bioblasti » di Altmann, tanto come i fili di Flemming, le reti di Frommann e gli alveoli di Bütschli, non sono strutture *primarie* del plasma, ma prodotti *secondarii* del suo differenziamento.

Struttura molecolare del plasma. — Poichè le speciali proprietà e virtù di qualsiasi corpo naturale dipendono dalla sua costituzione chimica e che questa è, in ultima analisi, determinata dalla natura delle sue molecole, dovrebbe naturalmente avere un grandissimo interesse per tutta la biologia il poter avere idee il più possibile chiare e determinate sull'essenza e sulle proprietà delle molecole di plasma. Disgraziatamente però questo importante problema non si può approssimativamente risolvere che in ben piccola misura. Se già le vedute teoriche della moderna chimica strutturale circa la costituzione molecolare di complicati composti organici sono spesse volte malsicure, ciò deve essere vero in massimo grado pei corpi albuminoidi e pei più importanti di tutti, cioè per la sostanza vivente o plasma, poichè finora non ci son noti nemmeno i tratti fondamentali della sua mutevolissima struttura chimica. Tutto quello che i biochimici hanno scoperto in generale a tal riguardo si riduce all'opinione che la molecola del plasma è molto grossa e composta da numerosissimi (ben oltre a mille) atomi; e poi che questi, riuniti in gruppi minori e maggiori, si trovano in un equilibrio estremamente labile, cosicchè in seguito alla stessa attività vitale ha luogo per essi un continuo spostamento.

Dopochè per opera di Darwin (1859) il problema dell'*eredità* passò in prima linea fra le questioni di biologia generale, furono escogitate, per spiegare questa « meraviglia della vita », molte diverse ipotesi e teorie. Queste dovettero tutte risalire in ultimo alle condizioni molecolari del plasma delle cellule germinali; infatti questo « plasma germinativo » dell'ovocellula materna e della spermatocellula paterna è certamente quello che nella riproduzione sessuale trasmette al figlio le proprietà dei due genitori. I grandi progressi fatti recentemente dalla dottrina della fecondazione e dell'eredità in seguito a molte segnalate ricerche ed esperienze han dunque giovato anche ai concetti sulla struttura molecolare del plasma. Io ho già esposto e confrontato tra loro le più importanti di queste teorie nel capitolo I della mia « Storia della creazione naturale » e perciò ne posso qui tacere. Colà sono citate, in ordine cronologico, 1° la *teoria della pangenesi di Darwin* (1868), 2° la *teoria della perigenesi di Haeckel* (1875), 3° la *teoria dell'idioplasma di Naegeli* (1884),

4° la *teoria del germiplasma di Weismann* (1885), 5° la *teoria della pangenesi di De Vries* (1889). Nessuno di questi tentativi, come anche nessuna delle susseguenti teorie sull'eredità, ha condotto ad un concetto soddisfacente e generalmente accettato sulla struttura del plasma; non si giunse nemmeno a chiarire la questione se in ultima istanza la vita si debba ricondurre a singole molecole od a gruppi molecolari del plasma. Riguardo a quest'ultima divergenza noi possiamo distinguere come due gruppi diversi di edifici ipotetici le teorie plastidulari e le teorie micellari.

Plastiduli e biogeni. — Nel mio scritto sopra *La perigenesi dei plastiduli* (1875) io avevo emesso l'ipotesi che in ultima istanza i *plastiduli* sono i latori dell'eredità, cioè molecole di plasma le quali possiedono la proprietà della *memoria*. Perciò io mi basavo sulla geniale teoria del distinto fisiologo Ewald Hering, il quale (nel 1870) aveva considerato « la memoria come una proprietà generale della materia organica ».

Anche oggi io non vedo come si possano senza quest'ipotesi spiegare i fatti dell'eredità. Persino il termine di *riproduzione*, che si applica ugualmente ad entrambi quei processi, esprime il carattere che è comune alla generazione ed alla memoria psichica. Io intendo per *plastiduli* le semplici *molecole;* infatti la natura omogenea del plasma delle monere (tanto cromacee che batterii e rizomonere) e la semplicità primitiva delle loro funzioni vitali ci obbligano ad ammettere che già qui si devono distinguere speciali gruppi di molecole. Nello stesso senso Max Verworn ha recentemente (1903) formulato la sua *ipotesi del biogeno* come « studio critico-sperimentale sui processi che si compiono nella sostanza vivente ». Anche egli ammette che la molecola attiva di plasma, che egli chiama *biogeno*, sia l'ultimo fattore individuale del processo vitale ed è di opinione che nel caso più semplice il plasma risulti di molecole omogenee di biogeno.

Micelli e biofori. — Dall'ipotesi dei plastiduli e biogeni considerati quali semplici molecole del plasma è essenzialmente diversa l'ipotesi di Naegeli (1884) e Weismann (1885). Secondo questa, le ultime « unità vitali » o gli ultimi latori individuali delle attività vitali non sono omogenee molecole di plasma, ma *gruppi di molecole* i quali sono composti da molte molecole differenti. Naegeli chiama queste ultime *micelli* ed attribuisce ad esse una struttura cristallina; egli ammette che questi micelli sono concatenati per formare cordoni micellari e che dalla varia configurazione e dal vario ordinamento di essi dipenda la molteplicità delle innumerevoli forme e funzioni del plasma. Weismann (loc. cit., pag. 404) dice: « La vita non può sorgere che da un determinato collegamento di molecole eterogenee ed ogni sostanza vivente deve essere composta da tali determinati gruppi di molecole. Una singola molecola non può vivere, nè assimilare, nè crescere, nè riprodursi ». Io non riesco a vedere la giustezza di quest'affermazione; infatti tutte le proprietà chimiche e fisiologiche che Weismann subito dopo attribuisce ai suoi ipotetici *biofori* si possono attribuire con pari ragione ad una singola molecola come ad un gruppo di molecole. Nelle più semplici forme delle *monere* (tanto cromacee come batterii) l'essenza della « più semplice vita » si spiega tanto bene con l'una che coll'altra ipotesi. Naturalmente non è esclusa con ciò una complicatissima struttura *chimica* del relativamente grande *plastidulo* o *biogeno* (come singola molecola o « granulo di massa »). L'ipotesi del biogeno di Verworn mi sembra affatto sufficiente a farci ipoteticamente considerare questa primitiva « molecola di sostanza vivente » come ultimo fattore vitale.

Carioplasma e citoplasma. — Il più importante processo compiutosi durante la filogenesi del plasma è la sua separazione in un'interna *sostanza nucleare* (carioplasma) ed un'esterna *sostanza cellulare* (citoplasma). Mentre queste due specie di plasma nascevano per differenziamento chimico dal primitivo plasma semplice delle monere si compì in pari tempo il differenziamento morfologico dell'interno *nucleo cellulare* (*caryon* o *nucleus*) e dell'esterno *corpo cellulare* (*cytosoma* o *celleus*). Poichè queste due specie principali della sostanza vivente sono bensì chimicamente diverse, ma pur strettamente affini, e poichè in determinate circostanze (per es., nella divisione indiretta della cellula colla parziale cariolisi che le è collegata) esse vengono in intima reciproca reazione, così ci è ben permesso di credere che il primitivo differenziamento di queste due sostanze si sia compiuto lentamente e gradatamente nel corso di lunghe epoche. Non per repentino salto o mutazione, ma per graduale progressivo perfezionamento del contrasto chimico fra *carioplasma* e *citoplasma* nacque dall'anucleato *citode* (o « cellula primitiva ») la vera *cellula* nucleata (o *cytos*). Entrambe si possono convenientemente riunire sotto il concetto superiore di plastide (o elemento plasmatore) col significato di « individuo di prim'ordine » (*Morfologia generale*, 1866, vol. III).

Noi consideriamo come la causa più efficace di questo importantissimo differenziamento del plasma l'accumularsi di *sostanza ereditaria*, cioè delle proprietà interne dei plastidi che furono acquisite dai progenitori ed ereditariamente trasmesse ai discendenti, mentre la parte esterna di quei plastidi mantiene permanentemente le relazioni col mondo esterno; per tal modo l'interno nucleo divenne l'organo dell'eredità e della riproduzione, mentre l'esterno corpo della cellula divenne l'organo dell'adattamento e della nutrizione. Io avevo già enunciato nel 1866 quest'ipotesi nella mia « Morfologia cellulare » colle parole seguenti (vol. I, pag. 288): « Le due funzioni dell'eredità e dell'adattamento negli anucleati *citodi* non sembrano essere ancora distribuite fra due sostanze diverse, sembrano invece essere inerenti al complesso della materia omogenea del plasma, mentre esse nelle *cellule* nucleate sembrano essere distribuite fra le due eterogenee sostanze attive della cellula, in modo che all'*interno nucleo* spetta l'*eredità* dei caratteri trasmissibili, all'*esterno plasma* invece l'*adattamento*, l'accomodamento alle condizioni del mondo esterno ». Solo più tardi (1873) quest'ipotesi fu confermata dalle susseguenti scoperte sulla divisione cellulare (cariolisi) e fecondazione da Strasburger, dai fratelli Oscar e Riccardo Hertwig ed altri; essa vien soprattutto appoggiata dai processi della *cariocinesi* nella generazione sessuale. Così si spiega anche come nelle monere (tanto cromacee che batterii), le

quali si moltiplicano per semplice scissione, manchi pure colla riproduzione sessuale anche il nucleo.

Carioplasma (*sostanza del nucleo*). — La grande importanza che ha il nucleo per la vita della cellula, quale organulo centrale, tanto dell'eredità, quanto anche, verosimilmente, della « psiche cellulare », dipende anzitutto dalle proprietà chimiche della sua materia albuminosa, del *carioplasma*. Questo, che è la sola sostanza essenziale del nucleo, è bensì chimicamente affinissimo al *citoplasma* del corpo cellulare, se ne distingue però per determinate reazioni; segnatamente il carioplasma esercita una maggiore attrazione verso molte sostanze coloranti (carmino, ematossilina ed altre) che non il citoplasma; inoltre esso è coagulato più rapidamente e saldamente di questo dagli acidi (per esempio, acido acetico e cromico). Non si ha quindi che da condurre a cellule che sembrano omogenee una goccia di acido acetico diluito (al due per cento) perchè si renda visibile la netta distinzione del nucleo interno dall'esterno corpo cellulare. Allora il nucleo, più saldo, risalta per solito nettamente come granulo plasmatico sferico od ovale; più raramente esso possiede un'altra forma (cilindrica, conica, contorta o ramificata). Primitivamente il carioplasma appare al tutto omogeneo e privo di struttura; così in molti protisti ed in parecchie cellule giovanili di istoni (soprattutto di giovani embrioni). Invece nella gran maggioranza delle cellule il carioplasma si scinde in due o più diverse sostanze; l e più importanti di queste sonoa cromatina e l'acromina.

Cromatina ed acromina. — Nelle cellule del corpo animale e del vegetale è soprattutto diffuso, e perciò ha certo un'importanza eminente per la loro attività vitale, il differenziamento del carioplasma in due sostanze chimicamente diverse che per solito vengono distinte col nome di cromatina (= nucleina) ed acromina (= linina). La *cromatina* (o *nucleina*) mostra la massima affinità colle sopradette sostanze coloranti (carmino, ematossilina, ecc.) e perciò questa « sostanza nucleare colorabile » viene prevalentemente considerata come substrato dell'eredità. L'*acromina* (od *acromatina*, detta anche *linina*) non è, od è meno, colorabile ed è più affine al citoplasma; del resto durante la riproduzione indiretta essa contrae stretti rapporti con quest'ultimo. L'*acromina* si mostra per solito in forma di tenui fili (e perciò si chiama « sostanza filamentosa del nucleo » = *linina*). La *cromatina* invece appare per lo più in forma di granuli tondeggianti o bacillari (*cromosomi*), i quali nella divisione cellulare indiretta mostrano variazioni di forma molto caratteristiche (formazione di anse, ecc.). Il contrasto chimico, morfologico e fisiologico fra cromatina ed acromina

non è da tenersi per una proprietà primitiva di tutti i nuclei (come spesso erroneamente si afferma), ma è il risultato di un antichissimo differenziamento filogenetico che è avvenuto nel carioplasma primitivamente omogeneo; lo stesso dicasi per due altri elementi nucleari: nucleolo e centrosoma.

Nucleolo e centrosoma. — In moltissime cellule, ma sicuramente non in tutte, sono stati constatati due altri elementi del nucleo che devono la loro origine ad un ulteriore differenziamento del *carioplasma*. Il *nucleolo*, o corpuscolo nucleare, è un piccolo granulo sferico od ovale che appare ora unico ora molteplice nel nucleo e che verso le sostanze coloranti si comporta un po' diversamente dall'affine cromatina: esso esercita una speciale attrazione su certi colori acidi di anilina: eosina, ecc. Perciò si è distinta la sua sostanza col nome di *plastina* o *paranucleina*. Il nucleolo appare prevalentemente nelle cellule dei tessuti di molti animali e vegetali superiori quale elemento morfologico indipendente; esso manca a molti unicellulari protisti. Lo stesso vale pel *centrosoma* o « corpuscolo centrale della cellula »; questo è un granulo estremamente piccolo, la cui grandezza sta sul limite della visibilità e la cui natura chimica è mal nota. Non si sarebbe fatta attenzione a questo minuscolo elemento morfologico della cellula (scoperto solo nel 1876) se nella divisione indiretta della cellula non gli spettasse una parte importante. Quale « corpuscolo polare della figura cariocinetica » il *centrosoma* esercita una singolare attrazione sui granuli distribuiti nel citoplasma, i quali si ordinano raggiatamente attorno a questo punto centrale della cellula. I centrosomi crescono indipendentemente e si moltiplicano per divisione come i cromoplasti (granuli di clorofilla, ecc.); quando essi si sono divisi, ciascun centrosoma-figlio agisce a sua volta come sfera attrattiva sulla relativa metà della cellula. L'alta importanza che alcuni moderni citologi hanno perciò attribuito al centrosoma viene però molto scemata da due circostanze: primo: malgrado tutti gli sforzi non è riuscito finora di constatare la presenza di un centrosoma nelle cellule delle piante superiori e di molti protisti; secondo: si è recentemente riuscito in parecchi sperimenti chimici a generare anche artificialmente (per es., coll'aggiunta di cloruro di magnesio) dei centrosomi nel *citoplasma*. Perciò molti citologi considerano il centrosoma come un secondario prodotto di differenziamento del corpo cellulare (citoplasma), non del nucleo (carioplasma).

Carioteca e cariolinfa. — Due altri elementi del nucleo parimente molto frequenti, ma per nulla generali, nelle cellule del corpo animale e vegetale sono la membrana nucleare (carioteca) ed il succo nucleare (cariolinfa). Molti nuclei cellulari (ma sicuramente non tutti) hanno

l'aspetto di una vescicola, poichè in essi una sottile membrana avvolge un contenuto liquido, il succo nucleare); allora per solito l'acromina forma entro a questa vescicola un reticolo di fili, nelle cui maglie o punti nodali sono distribuiti i granuli di cromatina. La sottilissima *membrana nucleare* o *carioteca* (spesso visibile solo come tenue contorno) può essere considerata come un prodotto della tensione superficiale (alla superficie di contatto fra il carioplasma ed il citoplasma). Il *succo nucleare* acquoso, per solito limpido e trasparente (*cariolinfa*) si origina per imbibizione di liquido acquoso (come fa in generale la struttura spumosa del plasma). La formazione di una membrana nucleare e di un succo nucleare non è una proprietà *primaria* del nucleo cellulare, ma dipende da un differenziamento *secondario* del carioplasma primitivamente omogeneo.

Citoplasma (*sostanza della cellula*). — Come il carioplasma del nucleo, così anche il citoplasma del corpo della cellula è sorto come modificazione chimica del plasma semplice e primitivamente omogeneo (archiplasma). Ciò risulta chiaramente dalla biologia comparata dei *protisti*, il cui organismo unicellulare mostra una molto maggiore varietà e gradazione che non la cellula subordinata dei tessuti che formano il corpo degli istoni pluricellulari. Ma nella gran maggioranza delle cellule il citoplasma si scinde in molti, spesso numerosissimi elementi, i quali, in seguito alla divisione di lavoro, hanno acquistato diversissime forme e funzioni. Allora risalta anche molto nettamente nell'organizzazione della cellula un *adattamento* il quale manca ancora interamente nel semplice ed omogeneo corpo plasmatico delle monere. Poichè questo grande differenziamento del perfezionato organismo elementare viene da molti moderni citologi erroneamente generalizzato e descritto come una qualità generale delle cellule, è necessario ripetere espressamente che esso non si è sviluppato che secondariamente in via filogenetica e che esso manca ancora affatto ai primitivi organismi unicellulari. Le molteplicità della divisione di lavoro fisiologico (ergonomia) e del differenziamento morfologico (polimorfismo), che le è collegato, è, nel citoplasma, straordinariamente grande; se si tenta, da un punto di vista generale, di partirla in pochi gruppi maggiori, allora si possono distinguere i differenziamenti attivi del plasma dai prodotti passivi di esso: i primi nascono per metamorfosi chimica del plasma vivente, gli altri sono secrezioni inanimate di esso (*Morfologia generale*, vol. I, pag. 274-289).

Differenziamenti attivi del plasma. — Sotto il concetto di prodotti attivi di differenziamento del citoplasma noi riuniamo tutte le formazioni che nascono per metamorfosi parziale del corpo cellulare

vivente, le quali però non sono escrezioni morte di esso, ma piuttosto parti sostanziali viventi, le quali hanno acquistato funzioni speciali ed in seguito a ciò si sono in via secondaria differenziate chimicamente e morfologicamente dal citoplasma primitivo. Uno dei più diffusi differenziamenti di tal fatta è la separazione di uno strato corticale jalino, più saldo (jaloplasma) e di uno strato midollare più molle e granuloso (polioplasma); i due trapassano sovente senza netti limiti l'uno nell'altro. Nella maggior parte delle cellule vegetali si separano speciali granuli plasmatici, per solito sferici o tondeggianti, ai quali spettano nel ricambio materiale speciali uffici (trofoplasti); a questi appartengono gli amiloplasti, i quali producono amido, i cloroplasti o granuli clorofilliani, i quali producono il verde delle foglie (clorofilla), i cromoplasti, i quali generano cristalli colorati di diverse specie. Nelle cellule del corpo degli animali superiori i mioplasti formano lo speciale tessuto contrattile della sostanza muscolare, i neuroplasti il tessuto psichico della sostanza nervea. È invece puramente ipotetica e non basata su osservazioni dirette quella netta distinzione fra plasma del corpo (*somoplasma*) e plasma germinativo (*germoplasma*), che sta a base della insostenibile *teoria del plasma germinativo* di Weismann (cfr. capitolo XVI).

Prodotti del plasma. — La copia infinita di svariatissimi costituenti della cellula che si presentano come secrezioni dell'attivo citoplasma vivente, e che perciò si devono considerare quali morti prodotti passivi del plasma, si può dividere in due gruppi principali: prodotti interni ed esterni del plasma; i primi vengono deposti nell'interno del citoplasma vivente, gli ultimi vengono secreti verso l'esterno.

Prodotti interni del plasma estremamente diffusi sono i *microsomi*, piccolissimi granuli fortemente rifrangenti, i quali per lo più vengono considerati come prodotti del ricambio; essi consistono ora in grasso, ora in derivati dell'albumina, ora in altre sostanze delle quali è difficile stabilire la natura chimica. Lo stesso vale pei più grossi e variamente colorati *granuli di pigmento*, i quali sono molto diffusi e determinano una speciale colorazione dei tessuti. Sono pure molto sparse nel citoplasma certe accumulazioni maggiori di grasso in forma di sfere oleose, di cristalli di grasso, ecc.; infine altri *cristalli* di differentissime specie, parte cristalli organici (per es., cristalli di albumina nei granuli d'aleurona delle piante), parte cristalli anorganici (per es., di ossalato di calce in molte cellule vegetali, di sali calcarei in molte cellule animali). Una parte importante spetta pure in molte cellule maggiori all'acquoso *liquido cellulare* (citolinfa); esso

nasce dall'accumularsi di liquido nel citoplasma e già nella struttura alveolare di esso si rende visibile; cavità maggiori prodotte da questo liquido chiamansi vacuoli, che sono alveoli ordinati molto regolarmente. Quando il succo cellulare nell'interno delle cellule si accumula in grande quantità si formano le grandi cellule vescicolari, che si trovano nei tessuti delle piante superiori, nella cartilagine, ecc.

Prodotti esterni del plasma. — Fra le escrezioni esterne del citoplasma vivente, le quali nella maggior parte delle cellule hanno raggiunto una grande importanza, soprattutto come *organuli protettivi della cellula*, dobbiamo nominare anzitutto le *membrane cellulari*, le salde membrane protettrici o capsule, nelle quali è incluso il molle corpo vivente della cellula come la chiocciola nel suo guscio. Mentre nel primo periodo della teoria cellulare (1838-1859) si attribuì a tutte le cellule una simile membrana, ed anzi la si ritenne spesso come la parte più importante di essa, si vide più tardi, nel secondo periodo, che questa membrana avvolgente a molte cellule (soprattutto animali) manca interamente e che essa manca in molte durante la gioventù e non si forma che più tardi. Da allora noi distinguiamo *cellule nude* (gimnociti) e *cellule con membrana* (tecociti). Sono, per es., cellule nude le amebe e molti infusorii, le spore vaganti delle alghe, gli spermii o spermatozoi e moltissime cellule dei tessuti animali.

La *membrana cellulare* (citoteca) mostra grandissime variazioni di grandezza, di forma, di composizione e di natura chimica, soprattutto, fra i protisti, nei rizopodi. I gusci silicei dei radiolari e delle diatomee, i gusci calcarei dei talamofori e delle calcocitee, le teche di cellulosa delle desmidiacee e sifonee mostrano quale straordinaria plasticità possieda questo citoplasma costruttore (cfr. capitolo VIII). Fra gli istoni si distinguono particolarmente i metafiti per la infinita varietà di aspetto e di differenziamento delle loro capsule di cellulosa. Le note qualità del legno, del sughero, del libro, dei gusci duri dei frutti, ecc. sono determinate dalla molteplice trasformazione chimica e dal differenziamento morfologico che subisce la membrana di cellulosa nei tessuti dei metafiti. Simili cose appaiono molto più raramente nei tessuti dei metazoi; per contro in questi animali con tessuti hanno una grande importanza la « sostanza intercellulare » e la « sostanza cuticulare ».

Sostanza intercellulare (o sostanza fondamentale). — Questo importante prodotto esterno del plasma nasce pel fatto che le cellule riunite a società nei tessuti degli *istoni* secernono verso l'esterno solide membrane comuni. Già nei cenobii dei *protisti* simili strutture protettive sono molto diffuse in forma di masse gelatinose in cui sono affondate molte cellule della stessa specie, così la zooglea di molti batterii

e cromacee, l'invoglio gelatinoso comune dei volvocini e di molte diatomee, gli sferici aggregati cellulari dei policittari (o radiolari sociali). Grande importanza hanno le sostanze intercellulari nel corpo dei metazoi superiori quali « tessuti mesenchimatosi »; il tessuto connettivo, la cartilagine, le ossa devono la loro speciale proprietà alla massa e qualità della sostanza intercellulare che vien secreta fra le cellule sociali.

Sostanza cuticulare. — Quando alla superficie del corpo degli *istoni* le cellule epidermiche consociate secernono in comune un rivestimento protettivo, nascono le cosidette *cuticole*, che sovente sono robuste e spesse corazze. In molti metafiti si depone nella cuticola cutinizzata di cellulosa della cera o della silice. Il massimo sviluppo è raggiunto dalle formazioni cuticolari negli animali invertebrati, dove esse spesso determinano l'aspetto complessivo e la segmentazione; così le conchiglie calcaree dei molluschi (nicchi di bivalvi, di gasteropodi, di cefalopodi) e specialmente le coperture chitinose degli artropodi (corazza dei crostacei, invoglio cutaneo dei ragni ed insetti).

SETTIMO CAPITOLO

UNITÀ VITALI

Individui ed associazioni organiche. — Cellule, persone, cormi. Organuli ed organi.

« Freuet euch des wahren Scheins,
Euch des ernsten Spieles!
Kein Lebendiges ist ein Eins,
Immer ist's ein Vieles! » (*).

GOETHE

« Il nostro proprio corpo umano è, come il corpo di tutti gli animali superiori, uno stato incivilito di cellule. I tessuti corrispondono alle diverse condizioni o « caste ereditarie dello Stato », gli organi ai diversi uffici ed istituti. A capo di tutti sta il potente governo centrale, il centro nervoso, il cervello. Quanto più perfetto è lo sviluppo dell'animale superiore, quanto più la monarchia cellulare è centralizzata, tanto più potente è la signoria del cervello ». *Anime cellulari e cellule dell'anima.*

ERNESTO HAECKEL
(Conferenze riunite, 1878).

(*) Giovi a voi la vera apparenza, a voi il serio gioco! Niun vivente è un' unità, sempre esso è moltitudine.

SOMMARIO DEL CAPITOLO SETTIMO

Unità vitali. — Organismi semplici e composti. — Individui morfologici e fisiologici. — Morfonti e bionti. — Gradi dell'individualità: cellula, persona, cormo. — Bionti attuali e virtuali. — Bionti parziali e genealogici. — Individui metafisici. — Cellule (organismi elementari). — Membrana cellulare. — Cellule senza nucleo. — Plastidi (citodi e cellule). — Cellule primitive e cellule nucleate. — Organuli (organi della cellula). — Società cellulari (cenobii). — Tessuti degli istoni (metafiti e metazoi). — Organi degli istoni. — Sistemi di organi. — Apparati di organi. — Individui istonali (germogli e persone). — Segmentazione degli istonali (metameria). — Colonie degli istoni (cormi). — Stati degli animali.

BIBLIOGRAFIA

Ernst Haeckel, 1866. *Generelle Tectologie oder allgemeine Structurlehre der Organismen* (*Drittes Buch der Generellen Morphologie*, vol. I, pag. 239-374). (Tectologia generale, 3° libro della Morfologia generale).

Idem, 1878. *Ueber die Individualität des Thierkörpers. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft.*, vol. XII (Individualità del corpo animale).

Alexander Braun, 1853. *Das Individuum der Pflanze in seinem Verhältniss zur Species.* Berlino. (L'individuo vegetale nel suo rapporto colla specie).

Rudolf Virchow, 1858. *Die Cellular-Pathologie in ihrer Begründung auf physiologische und pathologische Gewebelehre.* 4ª ediz., 1871. Berlino. (La patologia cellulare).

Ernst Brücke, 1861. *Die Elementar-Organismen.* Vienna. (Gli organismi elementari).

Fisch, 1880. *Aufzählung und Kritik der verschiedenen Ansichten über das pflanzliche Individuum.* Rostock. (Enumerazione critica delle diverse opinioni sull'individuo vegetale).

Auguste Comte, 1839. *Cours de philosophie positive*, vol. V e VI. *Sociologie.* Parigi.

Herbert Spencer, 1877. *Sociologie*, trad. ted. di Vetter. Stuttgart.

Albert Schäffle, 1875. *Bau und Leben des socialen Körpers.* Tübingen. (Struttura e vita del corpo sociale).

Theodor Ribot, 1903. *Die Schöpferkraft der Phantasie.* Bonn. (La forza creatrice della fantasia).

Lester Ward, 1903. *Pure Sociology. A Treatise on the origin and spontaneous development of Society.* New York. (Sociologia pura).

Ludwig Woltmann, 1901. *Politisch-anthropologische Revue. Monatsschrift für das sociale und geistige Leben der Völker.* Eisenach. (Rivista politico-antropologica).

A. Ploetz, 1904. *Archiv für Rassen- und Gesellschafts-Biologie.* Berlino. (Archivio per la biologia delle razze e delle società).

Natur und Staat, 1903. *Beiträge zur naturwissenschaftlichen Gesellschaftslehre. Eine Sammlung von Preisschriften.* Jena. (Natura e stato).

Unità vitali. — La scomposizione del corpo degli animali e vegetali superiori nei suoi singoli organi condusse già per tempo i cultori dell'anatomia comparata a far distinzione fra organismi semplici ed organismi complessi. Quando poi, nella seconda metà del secolo scorso, si sviluppò maggiormente la teoria cellulare, si riconobbe che le *cellule* sono la base anatomica comune di tutti gli esseri viventi. Il concetto secondo il quale queste cellule sono *organismi elementari* indipendenti condusse poi ulteriormente all'opinione che il nostro proprio organismo umano, tanto come quello di tutti gli animali e vegetali superiori, sia propriamente uno « stato cellulare » composto di milioni di microscopici cittadini (le singole cellule), che in esso lavorano più o meno indipendentemente e cooperano allo scopo comune dell'intero stato. Questo pensiero fondamentale della moderna teoria cellulare fu soprattutto applicato col massimo successo da Rodolfo Virchow al corpo umano malato e condusse, nella « patologia cellulare » di quest'autore, alla più importante riforma della medicina. Le cellule, secondo la sua opinione, sono indipendenti « unità vitali o focolai individuali di vita » e la vita unitaria dell'uomo intero è il risultato complessivo combinato dei lavori delle cellule che lo costituiscono. Così le cellule sono le « vere » unità vitali dell'organismo. La loro indipendenza individuale è, senz'altro, chiara nei protisti permanentemente unicellulari, dei quali già conosciamo ora più migliaia di specie.

D'altra parte noi troviamo che gli animali inferiori ed i vegetali superiori sono composti da parti tra loro simili in un modo che rappresenta un grado superiore di unità vitale. L'albero è un individuo, ma esso è composto di numerosi rami, cioè da singole piante, ciascuna delle quali, come « germoglio » risulta a sua volta in simil modo da un fusto assile e da foglie che lo fiancheggiano. Se noi stacchiamo un tale germoglio e lo piantiamo nel terreno, esso mette radici e subito cresce di nuovo formando una pianta indipendente

Così pure un polipaio corallino è composto di molti individui singoli, o *persone*, ognuna delle quali ha il suo proprio stomaco e la sua bocca con una annessa corona di tentacoli; ogni singolo individuo di corallo è equivalente ad un'anemone di mare (*Actinia*) che viva isolata. Così dunque la *colonia* (*cormus*) ci appare a sua volta come un'unità superiore, tanto nel regno animale come nel vegetale. Anche gli strupi di animali sociali, le società delle formiche e delle api, gli stati degli uomini sono simili unità, solo colla differenza che i singoli individui o cittadini qui non sono corporalmente connessi, ma son tenuti insieme da interessi comuni. Così noi possiamo fin d'ora distinguere tre diversi gradi di individualità organica i quali si sovrappongono l'uno all'altro: la cellula, la persona (o il germoglio) e poi la colonia o stato (*cormus*). Ciascuna unità superiore rappresenta un'intima unione di individui inferiori. Morfologicamente, riguardo alla loro struttura anatomica, questi ultimi sono indipendenti, ma fisiologicamente, riguardo all'unità vitale del complesso, essi sono subordinati.

Nei semplici esempi universalmente noti che si sono citati queste relazioni appaiono chiare. Ma vi sono altri organismi pei quali questo non è più il caso, pei quali invece la questione della « vera individualità » offre grandi difficoltà. Così, cinquant'anni fa si riconobbero nei notevoli sifonofori o « meduse coloniali » delle colonie natanti che fin'allora erano state tenute per semplici « individui », per meduse con organi moltiplicati; uno studio più accurato mostrò che ogni apparente « organo » propriamente era una medusa trasformata e che l'intero edificio unitario era una colonia. Appunto quest'esempio è divenuto molto istruttivo per l'importante teoria dell'associazione e della divisione di lavoro; l'intero sifonoforo natante è, fisiologicamente considerato (riguardo alla sua attività vitale), un animale unitariamente organizzato con molti organi dissimili; ma considerato morfologicamente (riguardo alla sua forma e struttura) ciascun organo dipendente è in origine una medusa indipendente.

Individui morfologici e fisiologici (*Morfonti e bionti*). — Già da questi pochi esempi appare che la questione dell'individualità organica non è affatto così chiara come sembra a primo aspetto, e che essa può ricevere varie risposte a seconda che si abbia in vista la forma o la struttura (morfologia) o la vita e l'attività psichica (fisiologia). Noi dobbiamo dunque dapprima distinguere individui morfologici o morfonti ed individui fisiologici o bionti; l'albero od il sifonoforo sono singoli bionti, individui del più alto ordine, composti di numerosi, equipollenti germogli o persone che sono i morfonti con-

sociati. Se però noi ulteriormente scomponiamo anatomicamente questi ultimi nei loro singoli organi e questi ultimi ancora scindiamo nei loro microscopici elementi, nelle cellule, allora ciascun germoglio, ciascuna persona ci appare come un bionte; le loro cellule hanno allora il valore di morfonti. Tuttavia ciascun organismo pluricellulare prende origine da una singola cellula, la *cellula stipite* (*cytula*) o « cellula-ovo fecondata »; questa è in pari tempo un morfonte ed un bionte, un individuo *semplice* tanto sotto il rapporto morfologico che sotto quello fisiologico. L'intero processo del suo sviluppo fino a formare l'organismo multicellulare riposa su ciò che la cellula stipite si divide ripetutamente, che le numerose cellule nate in tal guisa rimangono unite a formare un'unità superiore ed assumono, in seguito alla divisione di lavoro, differenti forme.

Scala dell'individualità morfologica. — Il complicato stato moderno civile colle sue meravigliose funzioni può essere considerato come il più elevato grado di perfezione individuale che ci sia noto nella natura organica. Solo allora però noi possiamo comprendere le disposizioni di questo straordinariamente complicato « organismo del più alto ordine », solo allora noi possiamo concepire i suoi sociali ordinamenti e le sue funzioni culturali, quando noi conosciamo sociologicamente le diverse classi e condizioni sociali che lo compongono e le leggi della loro associazione e della loro divisione di lavoro, e quando noi comprendiamo antropologicamente la natura delle persone che, seguendo le stesse leggi, si sono riunite a formare delle società e si sono suddivise in differentissime classi; la nota divisione di queste classi, l'ordinamento graduato dell'esercito e del governo, ci mostrano come si costruisca un così complesso organismo sociale.

Ora noi dobbiamo anche giudicare in modo affatto uguale lo *stato cellulare* che nella società umana o nella serie degli animali istonali è rappresentato dal singolo individuo, come lo è dal germoglio nella serie delle piante istonali. Anche il loro organismo complicato, risultante di molti organi e tessuti ci è solo comprensibile quando noi conosciamo le elementari pietre di costruzione, le cellule, che lo costituiscono e le leggi secondo le quali questi « organismi elementari » si riuniscono in società cellulari ed in tessuti e secondo le quali questi ancora, per divisione di lavoro, si trasformano nei varii organi. Così noi dobbiamo anzitutto stabilire la *scala dei morfonti*, le leggi dell'associazione e dell'ergonomia secondo le quali i singoli gradi o le singole caste dell'individualità morfologica si sovrappongono. Di tali gradi noi dobbiamo dapprima distinguerne tre: 1° la *cellula* (o

meglio plastide); 2° la *persona* (animale) od il *germoglio* (vegetale), e 3° la *colonia* o *cormo*.

Noi vedremo però che entro a questi tre gradi principali si possono ancora distinguere gradi subordinati. Solo presso i protisti, presso gli organismi unicellulari, l'unità morfologica è in pari tempo fisiologica. Negli istoni, negli organismi pluricellulari e generanti tessuti, ciò è vero solo al principio dell'esistenza individuale (allo stadio di ovocellula), ma tostochè da questa citula per ripetuta scissione si sviluppa il corpo multicellulare, quest'ultimo si eleva al grado di individualità superiore, al grado di stato cellulare.

Bionti attuali e virtuali. — Il nostro proprio organismo umano allo stato adulto è, tanto come quello di tutti gli animali superiori, uno stato cellulare molto complesso, mentre al principio della sua esistenza è una semplice cellula; noi designiamo la sua unità vitale nel primo caso come bionte *attuale;* nel secondo come bionte *virtuale*, vale a dire: l'individuo fisiologico od unità vitale nel primo caso ha raggiunto il più alto grado della perfezione individuale che è propria alla specie cui esso appartiene; nel secondo caso esso sta ancora al più basso grado di sviluppo individuale e possiede solo la facoltà (*virtus* o *potentia*) di innalzarsi in realtà (*actus*) ontogeneticamente al grado più elevato. Negli animali e vegetali superiori solo una cellula dell'organismo, prodotto delle due cellule sessuali riunite (ovocellula e spermocellula), appare ordinariamente come bionte potenziale che si può sviluppare in attuale; vi sono però eccezioni. Nel polipo d'acqua dolce (*Hydra*) e nei cnidari affini qualsivoglia pezzo della parete del corpo ha la proprietà, che ha nella spugna da bagno (*Euspongia*) e nelle spugne affini qualsiasi pezzo di tessuto, in molte piante (per es. *Marchantia* fra le crittogame, *Bryophyllum* fra le fanerogame) ogni frammento di un tallo o di una foglia, di svilupparsi ad attuale organismo adulto, ognuno di tali pezzi è dunque in realtà un bionte virtuale.

Individui parziali. — Dai bionti virtuali (quali parti del corpo che possono di nuovo svilupparsi e formare un tutto) si devono distinguere i bionti parziali i quali non possiedono questa facoltà; sono parti staccate del corpo che dopo la loro separazione dall'intero organismo possono bensì vivere ancora per tempo più o meno lungo, ma poi muoiono. Così il cuore di una testuggine, reciso, seguita ancora a battere per giorni; un fiore divelto, messo nell'acqua, può per molti giorni conservarsi fresco e vivo. In alcuni polpi (cefalopodi) di elevata organizzazione uno degli otto bracci del maschio si sviluppa

a corpo animale indipendente, il quale si stacca, nuota in giro e compie la fecondazione della femmina (ectocotilo di *Argonauta*, *Philonexis*, ecc.); esso fu creduto dapprima un parassita indipendente. Lo stesso avvenne per le notevoli appendici dorsali lobiformi di un grande gasteropodo nudo (*Thetys*), le quali si staccano e vanno strisciando per loro conto. Il corpo di molti animali e vegetali inferiori può venir tagliuzzato in pezzetti che si mantengono in vita per settimane prima di morire. La potenza vitale di questi bionti parziali è importante per la questione generale dell'essenza della vita e della sua apparente unità nel più degli organismi superiori. Di fatto anche qui le cellule e gli organi conducono separatamente la loro vita individuale, malgrado che essi siano subordinati al tutto e da esso dipendenti.

Individui genealogici. — Alla questione dell' individualità organica si tentò di dare una singolare risposta coll'attribuire ad un individuo tutti gli organismi che sono stati prodotti da un unico uovo fecondato. Così, già nel 1816, il botanico italiano Gallesio considerò tutte le piante che originano per riproduzione asessuale (gemmazione o scissione), cioè da germogli, propaggini, barbatelle, tuberi, rami, solo come porzioni di un unico individuo nato da un uovo (granello di seme). Così pure nel 1855 il zoologo inglese Huxley considerò la somma di tutti gli animali i quali sono nati per generazione asessuale, ma che discendono da un unico animale prodotto per via sessuale, come porzioni di quest'individuo. Secondo questo modo di vedere, il concetto di individuo organico coincide con quello di *ciclo di generazione*. Ma praticamente tale definizione è inapplicabile, perchè allora i milioni di afidi i quali si producono partenogeneticamente da cellule germinali non fecondate, ma che in origine discendono da un unico uovo fecondato, si dovrebbero considerare come un solo individuo; lo stesso dovrebbe dirsi di tutti i salici piangenti dell'Europa perchè questi sono nati da barbatelle le quali in origine discendono da un unico albero generato sessualmente.

Individui metafisici. — Per rispondere in modo generalmente soddisfacente alla difficile questione circa il contenuto e l'estensione del concetto di individuo organico si fecero nel corso del XIX secolo molti diversi tentativi; nessuno di essi ha ottenuto il generale consenso. Io ho dato una comparazione storica e critica di essi nel 1866, nel terzo volume della mia « Morfologia generale » sotto il titolo: « Tectologia generale o teoria generale della struttura degli organismi » (vol. I, pag. 239-374). Colà io ho specialmente esaminato le

vedute di Goethe, Alessandro Braun e Naegeli fra i botanici, di Giovanni Müller, Leuckart e Victor Carus fra gli zoologi. Se si considera la strana diversità delle opinioni alle quali sono pervenuti dei naturalisti e pensatori così eminenti riguardo a una questione biologica fondamentale tanto importante, si comprende che ancor oggidì le opinioni su questo soggetto siano così discrepanti. Non si deve dunque mover troppo grave appunto ai filosofi metafisici perchè essi, ignorando le condizioni reali, nelle loro vuote speculazioni sopra « il principio dell'individualizzazione » hanno creato le più strane costruzioni della fantasia; si pensi per es. agli antichi scolastici e, fra quelli recenti, ad Arturo Schopenhauer ed Edoardo Hartmann. Per solito essi mettono in prima linea il lato psicologico del problema, la questione dell'« anima » individuale, senza tenere in pari tempo nel dovuto conto il suo substrato materiale, la base anatomica dell'organismo. Molti metafisici i quali col loro unilaterale antropismo considerano anche qui l'uomo come « misura di tutte le cose » mettono addirittura a base del concetto d'individuo la *coscienza* personale. È chiaro che in tal modo non si ottiene una base utilizzabile nemmeno per gli animali superiori, tanto meno poi per gli animali inferiori e per le piante. In questi noi troviamo, da un lato, una molto maggior varietà di manifestazioni dell'individualità e, d'altro lato, nei gradi inferiori di sviluppo una molto maggiore semplicità. Nel mio opuscolo « Sull'individualità del corpo animale » (*Jena. Zeitschr.*, 1878) io ho cercato di mostrare come si possano sciogliere nel modo più semplice e come si possano utilizzare per mezzo della morfologia queste intricate questioni tectologiche. Basta che a tal riguardo noi distinguiamo i tre citati gradi principali dell'individualità e che ci facciamo una chiara idea del loro significato fisiologico e morfologico. Qui dunque esamineremo più dappresso dapprima la cellula (plastide), poi la persona (od il germoglio) e infine la colonia (o cormo).

La cellula. — Fin dalla metà del secolo XIX la *teoria cellulare* è considerata generalmente, ed a buon diritto, come una delle più importanti teorie biologiche; qualsiasi lavoro anatomico ed istologico, fisiologico ed ontogenetico si deve fondare sul concetto di cellula considerata quale « organismo elementare ». Ciò malgrado, ancora oggi noi siamo ben lungi dall'aver raggiunto su questo elementare concetto fondamentale una chiarezza completa ed unanimemente riconosciuta. Piuttosto ancora oggidì le vedute dei più segnalati biologi su « ciò che si debba chiamare una cellula », sulla vera essenza di questo « individuo elementare », sui suoi rapporti col complesso dell'« organismo pluricellulare », sono ancora molto discordanti.

Queste divergenze si spiegano, da un lato, colla complicazione e varietà dei molti diversi fenomeni che ci presenta la vita cellulare; dall'altro lato, colla storia della teoria cellulare nel corso della quale il concetto di cellula ha subìto svariati ed importanti mutamenti.

Vogliamo dapprima gettare un breve sguardo storico sulle più importanti tappe di tale evoluzione.

Concetto di cellula. — Quando, nell' ultimo terzo del secolo decimosettimo, diversi naturalisti, segnatamente Malpighi in Italia e Grew in Inghilterra, applicarono per la prima volta il microscopio allo studio anatomico della struttura delle piante, essi osservarono nel tessuto vegetale una struttura la quale offriva la massima rassomiglianza coll'alveare delle api. Le cellule di cera insieme compresse e piene di miele, le quali in sezione trasversa appaiono esagonali, rassomigliano alle cellule legnose delle piante piene di succo cellulare. Fu grande merito di Schleiden, il vero fondatore della teoria cellulare, l'aver mostrato che *tutti* i diversi tessuti delle piante sono composti primitivamente di tali cellule (1838). La stessa cosa dimostrò subito dopo Teodoro Schwann pei tessuti degli animali; colle sue « ricerche microscopiche sulla concordanza nella struttura e nell'accrescimento fra gli animali e le piante » (1839) egli estese la teoria cellulare a tutto il complesso degli organismi. Entrambi questi scienziati consideravano essenzialmente la cellula come una *vescicola* la cui salda membrana racchiudeva un contenuto liquido ed in questo un minuto corpo solido, cioè il nucleo (scoperto da R. Brown nel 1833); essi paragonavano la cellula organica (come individuo microscopico!) con un cristallo organico e credevano che essa si formasse per una specie di cristallizzazione in seno di un'acqua-madre organica o citoblastema, nel che il nucleolo centrale doveva come un nucleo cristallino servire come punto di partenza.

Membrana cellulare. — Nei primi vent' anni della sua esistenza (dal 1839 al 1859) era di regola per la teoria cellulare la proposizione che il concetto di cellula includeva tre elementi essenziali: primo, la salda membrana esterna, alla quale si dava la massima importanza considerandola non solo come un invoglio protettivo, ma come una « pietra di costruzione » dell'organismo; secondo: il contenuto (o succo) cellulare fluido o semifluido, e terzo: il solido nucleo cellulare (*nucleus* o *cytoblastus*) incluso in quest'ultimo. Per dare un'idea facile dei rapporti di densità e di posizione di queste tre parti microscopiche della cellula si paragonava quest'ultima con una ciliegia od una prugna. La molle « carne » di questo frutto (corrispondente al succo cellulare) è difficile da separare tanto dalla sua salda buccia esterna come dal duro nocciolo interno. Solo nel 1860 si ebbe un importante progresso per la dimostrazione data da Max Schultze che la membrana protettiva esterna è un elemento non essenziale della cellula prodottosi solo secondariamente; difatto essa manca totalmente a molte cellule, soprattutto giovanili, del corpo animale. In pari tempo questo segnalato anatomico dimostrò che il cosidetto « succo cellulare », il vero corpo della cellula, non è un semplice liquido ma una sostanza vischiosa albuminoide i cui movimenti spontanei si conoscevano già da lungo tempo nei rizopodi e che era stata descritta nel 1831, sotto il nome di sarcode, da un esatto conoscitore di essi, il Dujardin. Max Schultze mostrò infine che questo sarcode è identico colla « mucilagine cellulare » delle cellule vegetali, la quale da Ugo Mohl era stata dapprima (1846) chiamata protoplasma e che questa « sostanza vivente » è da tenersi per il vero substrato dei fenomeni vitali. Poichè oramai si era riconosciuto che la membrana cellulare non era che

un involucro protettivo privo di importanza essenziale, secreto solo in via secondaria dal molle corpo protoplasmatico della cellula, spesso anche del tutto mancante, non entravano più nel concetto di cellula che due elementi essenziali: il molle corpo cellulare esterno, fatto di protoplasma, e l'interno nucleo cellulare solido, fatto di una sostanza simile, la nucleina: oramai la primitiva « cellula nuda » rassomigliava ad una ciliegia od una prugna sbucciata, priva di salda « pelle » esterna. Questo nuovo concetto della cellula, il quale dura da quaranta anni e pel cui consolidamento io mi ero sforzato, colla mia Monografia dei radiolari (1862) di portare nuove prove, è ora quasi generalmente accettato e la cellula viene definita come un « grumo » di protoplasma (o citoplasma) racchiudente un nucleo (o *karyon*) figurato più consistente, il quale risulta di carioplasma.

Qui si presenta l'opportunità di dare un'occhiata istruttiva agli errori cui sono soggette le osservazioni microscopiche e le conclusioni che da esse si traggono. Sebbene Kölliker sin dal 1845 e Remak nel 1851 avessero attirato l'attenzione sull'esistenza di cellule nude, prive di membrana, ed avessero anche paragonato i loro movimenti (per es. nelle cellule linfatiche) con quelli del protoplasma delle cellule vegetali, il più dei microscopisti, ed i più segnalati, rimasero ancora per vent'anni fedeli al dogma che ciascuna cellula debba avere una membrana; si tenne il netto contorno che deve mostrare anche la cellula nuda in un mezzo diversamente rifrangente come l'espressione di una membrana speciale non separabile anatomicamente. Con ugual ragione si potrebbe attribuire una membrana avvolgente a qualsiasi sfera omogenea di vetro, poichè se ne vede nettamente il contorno. Nelle lunghe dispute sostenute dai cosidetti « osservatori esatti » circa la presenza o l'assenza di una membrana cellulare ebbe parte principale questo errore ottico, la falsa interpretazione di un contorno netto. Similmente avviene per molte altre contese di « esatti osservatori » che spacciano le loro « osservazioni sicure » per *fatti*, mentre in realtà esse sono *conclusioni* tratte da osservazioni incomplete e suscettibili di varia interpretazione.

Cellule senza nucleo. — Già quarant'anni sono (1864) io mi ero sforzato invano di scoprire un nucleo nel nudo protoplasma mobile e vivente di certi piccoli protisti rizopodiformi (*Protamoeba* e *Protogenes*). Ciò non riuscì meglio a parecchi altri osservatori (Gruber, Cienkowski ed altri) che più tardi studiarono simili « rizopodi anucleati ». Appoggiato su queste osservazioni, spesso ripetute più tardi, io avevo stabilito, nel 1866, nella mia « Morfologia generale » la classe delle *monere* (quali semplicissimi organismi elementari privi di nucleo) ed avevo accennato alla grande importanza che esse avevano per la soluzione di problemi biologici generali. Il loro valore è recentemente molto cresciuto dopochè anche le cromacee ed i batterii furono riconosciuti per « cellule senza nucleo ». Per vero il Bütschli ha combattuto questo mio modo di considerarli come monere dicendo che il loro omogeneo corpo plasmatico si comporta chimicamente non come citoplasma, ma come carioplasma (= nucleina), che dunque questi semplicissimi plastidi non corrispondono al corpo protoplasmatico di altre cellule ma al loro nucleo; i batterii e le cromacee non sarebbero « cellule senza nucleo » ma « nuclei senza corpo cellulare ». Quest'opinione si accorda nel punto essenziale colla mia opinione, che il corpo plasmatico delle monere (astrazion fatta dalla sua struttura molecolare) sia *omogeneo* e non abbia ancora espresso quel caratteristico contrasto fra un'interna sostanza nucleare ed un'esterna sostanza cellulare. Se si ritiene che questi due elementi essenziali della vera cellula siano (com'è ora opinione del più dei citologi) fra loro chimicamente affini, ma tuttavia diversi, allora per l'originaria trasformazione

dell'anucleato citode nella cellula nucleata sono possibili tre casi: I° Nucleo e corpo cellulare sono nati per differenziamento da un plasma omogeneo (monere); II° Il corpo cellulare è nato secondariamente dal primario nucleo; III° Il nucleo è nato secondariamente dal primo corpo cellulare.

Secondo la prima opinione, che io tengo per giusta, il plasma o la « sostanza vivente » dei più antichi organismi che abitassero la terra (i quali non si può immaginare che fossero altro che archigone *monere*) era un omogeneo *plassòn* od *archiplasma*, cioè una combinazione plasmatica che non si era ancora differenziata in esterno citoplasma ed interno carioplasma. Il prodursi di questo chimico contrasto (ed in pari tempo il morfologico differenziarsi di un corpo cellulare (citosoma) e di un nucleo cellulare o *karyon*) avvenne in via filetica; esso fu la conseguenza di un'antichissima « divisione di lavoro » ed anzi della più importante fra tutte. Nella interna sostanza nucleare si raccolse la massa ereditaria, mentre la sostanza cellulare esterna mantenne le relazioni col mondo esterno; così, per quest'antichissima ergonomia, il nucleo cellulare divenne il latore dell'eredità e il corpo cellulare divenne l'organo dell'adattamento. Di fronte a questa veduta, sta in secondo luogo l'ipotesi, che era già stata emessa dal fondatore della teoria cellulare (Schleiden, 1838), secondo la quale il nucleo cellulare (citoblasto) è il fondamento primitivo della cellula, mentre l'esterno *corpo cellulare* dal quale esso è avvolto è una sua produzione secondaria. Questa veduta (che essenzialmente corrisponde a quella di Bütschli) urta contro gravi difficoltà, tanto come l'opposta terza ipotesi che l'anucleato « corpo protoplasmatico », cioè l'esterno corpo cito-plasmatico, sia la struttura originaria e che solo secondariamente sia nato nel suo interno, per condensamento e trasformazione chimica, l'interno nucleo cellulare. In fondo la differenza tra queste tre ipotesi possibili circa la primaria citogenesi non è poi così grande come potrebbe apparire a prima vista. Frattanto io vorrei pur dare la preferenza alla prima, poichè essa ammette che il contrasto fisiologico e chimico fra nucleo e corpo cellulare, che più tardi venne in tanta importanza, dapprincipio non esisteva ancora. I processi di cariolisi che avvengono nella divisione cellulare indiretta ci mostrano anche oggidì quanto siano intimi i rapporti reciproci fra queste due sostanze.

Plastidi (*Citodi e cellule*). — Se pure la popolazione organica del nostro globo terrestre è nata in modo naturale e non per un « miracolo » come ammettono Reinke ed altri vitalisti, allora i più antichi « organismi elementari » nati pel processo chimico dell'archigonia non possono essere stati subito vere cellule nucleate, ma solo anucleati citodi del valore delle cromacee (cfr. capit. IX). La vera *cellula* nucleata, quale la definiscono oggi O. Hertwig ed altri, non può essere nata che in seguito, pel differenziamento filogenetico del nucleo cellulare e del corpo cellulare, dal semplice *citode* delle monere. Ma se così è, la semplice *logica* ci obbliga a distinguere, come concetti diversi, l'antico *citode* dalla recente *cellula*. Entrambi si possono allora, com'è più semplice, riunire sotto il concetto di *plastide* (« plasmatore »), cioè di « organismo elementare » nel più ampio senso (come io avevo già proposto senza successo fin dal 1866. Se però quest'ultimo lo si vuol chiamare *cellula* (in amplissimo senso), allora si deve cambiare

il solito concetto di cellula e toglierne l'attributo del nucleo. Allora la cellula è semplicemente il « granulo plasmatico vivente » ed i due stadii di sviluppo di essa si devono distinguere con altri nomi. Si potrebbe allora designare il plastide anucleato col nome di *cellula primitiva* (*protocito*) e la comune cellula nucleata con quello di *cariocito.*

Organuli (*Organi della cellula od organoidi*). — Una lunga gradazione di organizzazione cellulare conduce dalle più semplici cellule primitive (*monere*) ai protisti più complicati. Mentre nell'omogeneo corpo plasmatico delle cromacee non si può ancora osservare alcuna organizzazione morfologica, noi troviamo invece che il differenziatissimo corpo dei più perfetti *protofiti* (diatomee, sifonee) e *protozoi* (radiolari, infusori) è composto di molte parti diverse. Queste molteplici parti del corpo dell'organismo unicellulare, nate per divisione di lavoro del plasma, servono a differenti funzioni e si comportano fisiologicamente come gli organi degli istoni pluricellulari. Poichè però il concetto di « organo » in questi ultimi designa morfologicamente una parte pluricellulare fabbricata di tessuti, noi non possiamo chiamare anche « organi della cellula » quegli strumenti che funzionano in modo simile, ed è meglio distinguerli col nome di *organuli* (od *organoidi*).

Società cellulari (*Cenobii o colonie cellulari, citocormi*). — La gran maggioranza dei protisti allo stato sviluppato, di individuo attuale, ha il valore morfologico d'una vera cellula nucleata. Per adattamento alle più svariate condizioni d'esistenza e per eredità delle nuove proprietà in tal modo acquistate, si è sviluppata nel corso di molti milioni d'anni una tale abbondanza di svariatissime forme unicellulari, che noi tanto nei plasmodomi *protofiti* come nei plasmofagi *protozoi* possiamo distinguere più migliaia di specie tuttora viventi. A tal numero giungono le specie note e nominate persino entro a singole classi, come, per es., nelle diatomee fra i protofiti, nei radiolari fra i protozoi. Questi cellulari che vivono indipendentemente, « cellule solitarie », possono chiamarsi *monobii.*

Molti altri protisti lasciano questo primitivo modo solitario di vita, seguono le loro inclinazioni sociali e formano delle *riunioni cellulari* o colonie cellulari (cenobii). Per solito queste si formano pel fatto che le cellule-figlie le quali nascono per divisione di una cellula-madre dopo seguìta la divisione rimangono unite, e così le susseguenti generazioni che nascono dalla loro ripetuta divisione. Fra le varie forme di questi cenobii le più importanti sono le seguenti:

1° *Cenobii gelatinosi.* Le cellule sociali secernono amorfe masse gelatinose e rimangono unite entro alla massa gelatinosa comune senza toccarsi direttamente; ora esse giacciono entro ad essa irregolarmente sparse, ora ordinate secondo certe regole. Simili cenobii gelatinosi si trovano già nelle monere: le *zooglee* di molti batterii e cromacee. Essi sono frequenti fra i protofiti e protozoi;

2° *Cenobii sferoidali.* La società di cellule forma una sfera alla cui superficie le cellule stanno le une presso le altre toccandosi reciprocamente o persino costituendo uno strato connesso: *Halosphaera* e *Volvox* fra i protofiti, *Magosphaera* e *Synura* fra i protozoi. Queste ultime hanno speciale interesse perchè rassomigliano ad una *blastula*, a quell'importante stadio evolutivo dei metazoi il cui semplice strato epiteliiforme, giacente alla superficie della sfera cava, viene chiamato *blastoderma;*

3° *Cenobii arborescenti.* La società cellulare ha la forma di un alberetto o cespuglio perchè le cellule fisse secernono alla loro base dei peduncoli gelatinosi i quali si ramificano; all'apice di ciascun peduncolo o ramo sta una cellula isolata; così nel *Gomphonema* e molte altre diatomee, nel *Codonocladium* fra i flagellati, nel *Carchesium* fra i ciliati;

4° *Cenobii catenati.* La società cellulare forma una catena i cui anelli (le singole cellule) stanno in serie le une dietro le altre. Simili società a catenella o « filamenti articolati » si trovano già fra le monere (*Oscillaria* e *Nostoc* fra le cromacee, *Leptothrix* fra i batterii). *Bacillaria* fra le diatomee e *Nodosaria* fra i talamofori sono esempi di tali catene di cellule. Parecchi protofiti inferiori (algarie ed alghette) fanno direttamente passaggio alle vere alghe fra i metafiti perchè il « tallo filiforme » di queste ultime (per es. *Cladophora*) rappresenta solo una più elevata forma evolutiva del cenobio catenale, con polimorfismo delle cellule allineate. Questi fili pluricellulari articolati si possono anche considerare come rappresentanti il primo accenno alla formazione dei tessuti dei metafiti.

Tessuti (*Tela* od *Hista*). — Le salde riunioni cellulari le quali formano il corpo degli istoni, degli animali e vegetali pluricellulari, vengono dette *tessuti;* questi si distinguono dai cenobii dei protisti, pel fatto che le cellule sociali perdono la loro indipendenza, assumono per divisione di lavoro diverse forme e si subordinano all'unità superiore dell'organo. Frattanto non si possono segnare netti limiti fra i cenobii ed i tessuti più che fra i protisti e gli istoni i quali li posseggono; questi ultimi si sono prodotti filogeneticamente dai primi. La primitiva indipendenza fisiologica delle cellule le quali sono riunite

a formare i tessuti va tanto più perduta quanto più salda è la loro unione e quanto più spinta è la loro divisione di lavoro, quanto più, nello stesso tempo, l'istone è differenziato e centralizzato. Le singole specie di tessuti nel corpo degli istoni si comportano dunque come le singole classi o caste degli Stati civilizzati; quanto più alta è la loro coltura, quanto più molteplice e vario è lo sviluppo di quelle caste e classi di lavoratori, tanto più grande è la loro dipendenza reciproca e tanto maggiormente riesce centralizzato lo Stato.

Tessuti dei metafiti. — Nelle più basse piante costituite da tessuti, nelle alghe e nei funghi, il corpo della pianta si presenta come un cosidetto *tallo*, come uno strato cellulare il cui tessuto non mostra ancora alcuna divisione o la mostra solo in piccolo grado. In queste piante con tallo (*tallofiti*) mancano ancora i fasci vascolari, il cui sviluppo (connesso colla funzione fisiologica del trasporto dei succhi) giunge nelle piante superiori a grande importanza. Queste *piante vascolari* più perfette comprendono i due grandi gruppi delle *felci* (*pteridofiti*) e *fanerogame* (*antofiti* o piante con fiori). Il loro corpo è sempre composto di due organi essenziali, il caule assile e le foglie laterali. Tale è già il caso nei *muschi* (*briofiti*) che mancano ancora di fasci vascolari, essi tengono il mezzo fra i due gruppi principali dei tallofiti senza vasi e dei cormofiti vascolari. Del resto, è difficile stabilire nettamente una divisione istologica ed organologica fra questi due gruppi principali di piante con tessuti; piuttosto vi si trovano molte forme di passaggio ed eccezioni. In generale però le loro molteplici forme di tessuti si possono dividere in due grandi gruppi, in primari e secondari. I *tessuti primari* sono i « tessuti cellulari » filogeneticamente più antichi ed istologicamente semplici, come quelli che costituiscono i tallofiti (alghe, funghi e muschi); mancano o sono poco sviluppati i fasci vascolari. Solo più tardi son nati da essi i *tessuti secondari*, i fasci vascolari e molte altre forme variamente differenziate di tessuti (cambio, legno, ecc.); essi costituiscono il corpo delle « piante vascolari » più complesse, delle felci (pteridofiti) e delle fanerogame (antofiti).

Tessuti dei metazoi. — Appunto come nel corpo dei metafiti, anche in quello dei metazoi si possono distinguere due gruppi principali di tessuti: primari e secondari; i primi sono filogeneticamente ed ontogeneticamente più antichi, questi ultimi più recenti. *Tessuti primari* dei metazoi sono gli *epitelii*, semplici strati cellulari o forme di tessuto direttamente derivati da essi (ghiandole, ecc.). *Tessuti secondari* nati per scambio fisiologico di lavoro e differenziamento morfologico dai primi sono gli *apotelii;* fra questi « tessuti derivati » degli

animali si distinguono quali tre gruppi principali: il tessuto connettivo, il muscolare ed il nerveo. Come nel regno vegetale, anche nel regno animale quei due grandi gruppi si distribuiscono fra le divisioni inferiori e le superiori. Gli animali inferiori o *celenterii* (gastreadi, spugne, cnidari) sono costrutti di preferenza con epitelii, così pure i gruppi fileticamente più antichi degli animali superiori o *celomari;* ma nella gran maggioranza di questi ultimi la gran massa del corpo è formata da apotelii e questi sottostanno qui ai più varii differenziamenti istologici. L'embrione di tutti i metazoi dapprima risulta solo di epitelii (i foglietti germinativi); solo più tardi da questi si svolgono per differenziamento dei tessuti gli apotelii.

Organi degli istoni. — L'anatomia comparata distingue nel corpo pluricellulare degli organismi con tessuti un gran numero di diverse parti le quali sono acconciamente adatte a speciali scopi vitali e che in seguito a divisione di lavoro si sono sviluppate in modo estremamente vario; esse vengono chiamate *organi* in senso stretto, per contrapposizione agli *organuli* (od organoidi) dei protisti; questi hanno bensì un uguale significato fisiologico, ma, quali *parti* di una cellula, non sono ad essi morfologicamente equipollenti. Come i singoli organi siano mirabilmente adatti a compiere il loro speciale còmpito vitale, e come essi siano acconciamente connessi a formare l'unità vitale dell'istone, in una parola: la conformità allo scopo la quale ci si presenta nell'*organizzazione*, ciò è spiegato meccanicamente e in modo sufficiente dalla teoria della selezione (Darwin), mentre *non* è spiegato dalle ipotesi teleologiche della biologia dualistica (per es. dalle « determinanti intelligenti » di Reinke). Il graduale perfezionamento degli organi e della loro divisione di lavoro fisiologico mostra nelle due serie degli istoni molteplici analogie; mentre negli infimi gradini il semplice organo rappresenta solo un pezzo individualmente distinto del tessuto primitivo, nei gradi superiori si possono distinguere speciali sistemi ed apparati di organi.

Sistemi di organi. — Il concetto individuale di sistema organico è determinato dall'unità di un tessuto il quale nel complesso del relativo organo forma la parte essenziale. Tali sistemi sono nella serie dei *metafiti* il sistema protettore (col tessuto epidermico), il sistema dei fasci vascolari (coi fasci conduttori e vascolari) ed il tessuto di riempimento (col tessuto fondamentale). Nella serie dei *metazoi* si distinguono in modo analogo: il sistema tegumentale (integumento dell'epidermide), il sistema circolatorio (col tessuto mesenchimatoso del sangue e dei vasi sanguigni), il sistema muscolare (col tessuto della carne) ed il sistema nervoso (coi neuroni del tessuto nervoso).

Apparati di organi. — In contrapposizione col concetto istologico di *sistema* organico sta il concetto fisiologico di *apparato* organico. Questo non è determinato dalla unità del tessuto costitutivo, ma dall'unità del lavoro vitale che viene prodotto dal relativo gruppo di organi degli istoni. Un simile apparato organico è, per es., il fiore ed il frutto che ne nasce nelle fanerogame, l'occhio e l'intestino degli animali. In questi apparati possono essere acconciamente connessi i più svariati organi e sistemi di organi per compiere un determinato còmpito fisiologico.

L'individuo istonale. — Come « vero individuo » (in ampio senso!) viene per solito considerato negli animali e vegetali superiori l'organismo formato da tessuti e da organi che noi qui chiameremo brevemente ed espressivamente individuo istonale (o più brevemente ancora « l'istonale »). I botanici distinguono questa manifestazione dell'individualità nei metafiti col nome di *germoglio* (*blastus*). I zoologi dànno alla corrispondente unità morfologica il nome di *persona* (*prosopon*). Entrambe queste forme del « vero » individuo mostrano nel loro comportamento generale molte concordanze ed appaiono come « individuo di *second'*ordine » quando si assegni alla cellula il primo grado ed alla colonia il terzo grado nella serie dell'individualità organica. Ciò malgrado non esisteva finora alcuna designazione comune per entrambe le forme. Se noi ora le comprendiamo insieme nel concetto generale di *istonali* od individui istonali noi vogliamo con ciò rilevare la stretta unità fisiologica dell'organismo pluricellulare e formante tessuti di fronte agli unicellulari protisti da un lato, ed alla superiore colonia (cormo) composta di molti istoni dall'altro.

Il germoglio (*Blastus*). — L'individuo istonale dei metafiti, il quale fu soprattutto dal geniale botanico Alessandro Braun chiaramente distinto e caratterizzato sotto il nome di *germoglio*, appare in questa serie di piante in due diverse forme principali, nella forma inferiore di *tallo* e nella forma superiore di *culmo* (*). Il *tallo* è predominante nell'infimo e più antico sottoregno dei *tallofiti*, nelle classi delle alghe e dei funghi; il *culmo* invece nel più elevato e recente sottoregno dei *cormofiti*, nelle classi dei muschi, delle felci e delle fanerogame. Il culmo mostra generalmente una caratteristica composizione risultante da un organo centrale assile, il caule, e da organi laterali (foglie)

(*) Traduco letteralmente la parola *culmus* adoperata dall'autore. Abitualmente però si usa invece in questo senso la parola *cormus*, riservandosi il termine *culmus* a designare i cauli cavi delle graminacee. Trad.

inseriti su di esso; il primo con accrescimento apicale illimitato, queste ultime con accrescimento basale limitato. Il tallo non mostra ancora quest'importante contrasto morfologico. Frattanto in ambo i gruppi dei metafiti vi sono eccezioni. Le grandi e complesse fucoidee fra le alghe mostrano già differenziamenti di organi simili a quelli che nei superiori cormofiti si distinguono col nome di *caule* e d *foglie*. Essi, d'altra parte, mancano ancora nelle infime epatiche le quali formano un tallo come quello di parecchie alghe; così per es. l'epatica *Riccia fluitans* è affatto simile all'alga bruna *Dictyota dichotoma*. Anche altre epatiche primitive (per es. *Anthoceros*) hanno ancora un tallo semplicissimo; la maggior parte di esse mostra già peraltro il differenziarsi del tallo in un organo assile (fusto) e più organi laterali (foglie). Per divisione di lavoro fra le foglie si differenziano poi foglie a squama, foglie vere, brattee e foglie florali. Un semplice papavero od una *Gentiana ciliata* a fiore solitario, la quale porta un unico fiore all'apice di un caule non ramificato, è esempio di un culmo molto evoluto.

La persona (o *Prosopon*). — Al *germoglio* fra i metafiti corrisponde fra i metazoi la *persona*. Tutti questi metazoi attraversano nel loro sviluppo embrionale il significantissimo stadio di *gastrula* o « embrione caliciforme ». L'intero corpo dei metazoi è primitivamente formato in questo stadio da un semplice sacculo intestinale o gastrico (intestino primitivo) la cui cavità si apre all'esterno per mezzo di una bocca primitiva; formano la sottile parete di questo sacculo due strati cellulari sovrapposti, i due « foglietti germinativi primarii » Questa gastrula è la forma più semplice della persona e i due foglietti germinativi sono i suoi unici organi (cfr. capit. X).

Le molteplici .forme animali che si sono svolte in modo così divergente da questa comune forma embrionale della gastrula si possono tutte dividere in due sottoregni: i *celenterii* od animali inferiori ed i *celomari* od animali superiori; i primi per la semplicità della loro struttura corrispondono per molti riguardi ai tallofiti, gli ultimi ai cormofiti. Dei quattro tipi di celenterii (che hanno una sola apertura intestinale e mancano ancora di cavità del corpo) i gastreadi rimangono allo stato di gastrula; per moltiplicazione di queste le spugne formano colonie di gastreadi. Per contro i cnidari si sviluppano a formare elevate persone radiali ed i platodi a formare basse persone bilaterali. Da questi ultimi si devono far derivare i *vermalia*, lo stipite comune dei cinque tipi animali superiori, cioè dei non segmentati molluschi, echinodermi e tunicati e dei segmentati articolati e vertebrati.

Segmentazione degli istonali (*Metameria*). — Gran parte dei vantaggi fisiologici e della perfezione morfologica che mostrano gli istoni superiori rispetto agli inferiori dipende da ciò che il corpo dell'organismo istonico *si segmenta*, cioè si divide secondo l'asse longitudinale in più sezioni omogenee. Con questa moltiplicazione dei gruppi di organi è per lo più collegata una più o meno spinta divisione di lavoro fra i gruppi stessi, la quale è fattore principale di ulteriore perfezionamento. Anche in questo punto si mostra il parallelismo biogenetico fra i due gruppi principali dei metafiti e dei metazoi.

Metameria dei metafiti. — Nel regno dei metafiti gli articolati cormofiti si elevano di molto al di sopra degli inarticolati tallofiti. Pel fatto che nei primi si sviluppa la segmentazione del fusto, che ai nodi fra due articoli del fusto, cioè ad ogni internodio, si sviluppano delle foglie, è dato al differenziamento polimorfo un ben più ampio campo d'azione che non nei tallofiti ai quali manca ancora per solito una simile metameria. Quando gli intervalli fra i nodi sono grandi tali germogli articolati si chiamano *assi lunghi*, quando son brevi, *assi brevi*. Dalla divisione di lavoro sessuale degli addensati cicli foliari di un asse abbreviato dipende lo svolgersi del fiore nelle fanerogame.

Metameria dei metazoi. — Ai due gruppi dei germogli inarticolati ed articolati che abbiamo trovati nel regno dei metafiti corrispondono sotto molti rispetti le due divisioni delle *persone* non metameriche e metameriche nel regno dei metazoi. Sopra tutti gli altri metazoi si elevano qui quanto a perfezione d'organizzazione e molteplice funzionalità i due tipi degli articolati e dei vertebrati. Negli *articolati* la metameria è soprattutto esterna, è un'articolazione della parete del corpo. Nei *vertebrati* invece essa riguarda soprattutto gli organi interni: scheletro e sistema muscolare. La vertebrazione o segmentazione dei vertebrati non è esternamente riconoscibile come quella degli articolati. In entrambi i tipi la segmentazione delle forme inferiori e più antiche è omogenea (omonoma), così negli anellidi e miriapodi, negli acranii e ciclostomi. Invece quanto più si eleva l'organizzazione tanto meglio appare l'eterogeneità (eteronomia) dei metameri o segmenti, così negli aracnidi ed insetti, negli anfibi ed amnioti. Lo stesso contrasto mostrano i crostacei inferiori ed i superiori. Mentre questa metameria dei metazoi superiori è motoria, acquistata in seguito al modo di locomozione della loro allungata persona, si trova invece in alcuni gruppi di metazoi inferiori per lo più inarticolati una metameria propagativa, determinata da gemmazione terminale; così la strobilazione dei cestodi e dei polipi scifostomi. Nei singoli metameri che qui si staccano dal termine della

catena è subito riconoscibile l'individualità fisiologica. Tale è pure il caso in molti anellidi nei quali qualsiasi segmento isolato ha la facoltà di riprodurre l'intera catena di metameri.

Colonie di istoni (*Cormi*). — Il terzo e più alto grado dell'individualità cui si eleva l'organismo pluricellulare è la *colonia* (*cormus*). Essa nasce per lo più da persistente unione di istonali i quali si producono per scissione (incompleta divisione o gemmazione) da un individuo istone. La gran maggioranza dei metafiti costituisce in questo senso una « pianta composta ». Invece fra i metazoi questa forma d'individualità si sviluppa solo nelle divisioni inferiori (per lo più solo nelle forme fisse). Anche qui si mostra ancora una volta nei due gruppi principali degli istoni un rimarchevole parallelismo di sviluppo. Nei gradi inferiori della formazione di colonie gli istonali sociali sono uguali fra loro. Invece nei gradi superiori essi raggiungono per divisione di lavoro una dissimile conformazione, e quanto più si sviluppano le differenze fra di essi, tanto più essi divengono dipendenti gli uni dagli altri, tanto più l'intera colonia diviene centralizzata (per es. nei sifonofori). Noi possiamo dunque distinguere due forme principali di colonie: le omonome e le eteronome, le ultime con divisione di lavoro fra gli istonali, le prime senza.

Stati degli animali. — La storia della coltura umana ci insegna che lo sviluppo progressivo della coltura si associa a tre diversi processi: 1° *Associazione* degli individui in comunità; — 2° *Divisione di lavoro* (ergonomia) delle persone sociali ed, in seguito ad essa, diverso sviluppo di queste o divisione di forma (polimorfismo); — 3° *Centralizzazione* od integrazione del tutto unitario, rigida organizzazione della società. — Le stesse *leggi fondamentali della sociologia* valgono pure per tutte le altre società del mondo organico; anche pel graduale svilupparsi dei singoli organi dai tessuti e dalle associazioni cellulari. La formazione degli stati umani si rannoda immediatamente alla formazione dei branchi dei mammiferi più prossimi. I branchi di scimmie e dei lupi, le mandre dei cavalli, le schiere degli uccelli spesso governate da un capo ci mostrano diversi gradi di formazione di « stati », come pure gli sciami o le frotte di articolati superiori (insetti, crostacei), specialmente gli stati delle formiche e termiti, gli sciami delle api, ecc. Queste unioni organizzate di individui facenti vita libera si distinguono dalle colonie sedentarie degli animali inferiori soprattutto perchè le persone sociali non sono corporalmente connesse, ma vengono tenute insieme dal legame ideale della comunanza di interessi.

UARTA TABELLAQ

Filogenesi della sostanza vivente.

Filogenesi del plasma.

(Cfr. pag. 118-132).

I. *Primo grado:* **Archiplasma o plasson delle monere.**

La sostanza vivente (plasma primario omogeneo), nata per archigonia, è ancora affatto priva di struttura e risulta solo di molecole uguali di biogeno. Il primitivo organismo elementare è una monera: cromacee, batterii.

II. *Secondo grado:* **Differenziamento di carioplasma e citoplasma.**

L'archiplasma si scinde in due sostanze viventi: la massa interna più densa forma per l'accumularsi di « massa ereditaria » il carioplasma o la sostanza del nucleo; la massa esterna più molle rimane, quale citoplasma o sostanza della cellula, in relazione col mondo esterno. La prima forma per differenziamento morfologico progressivo il *nucleo cellulare* (karyon), quest' ultima il *corpo della cellula* (cytosoma o celleus). — Protisti unicellulari di semplicissima struttura.

III. *Terzo grado:* **Differenziamento di varie parti attive di plasma.**

Per la reciproca reazione delle due sostanze cellulari, specialmente per le complicazioni che si producono in seguito alla fecondazione ed alla generazione sessuale, si separano in esse differenti sostanze secondarie: nel nucleo si differenzia la *cromatina* (= nucleina) dall'*acromina* (= linina), nel corpo della cellula si differenzia l'interno *polioplasma* dall'esterno *jaloplasma.* — Molti protisti e molte cellule dei tessuti degl'istoni.

IV. *Quarto grado:* **Formazione di strutture schiumose e di membrane.**

Per l'entrata di acqua d'imbibizione o di soluzioni acquose si formano nel carioplasma del nucleo come nel citoplasma del corpo cellulare dei vacuoli o vescicole acquee che per reciproca pressione si appiattiscono e producono una struttura schiumosa od alveolare; in pari tempo lo strato corticale più esterno del carioplasma come pure quello del citoplasma si condensano e formano una membrana (« nucleo vescicolare e cellula vescicolare »).

V. *Quinto grado:* **Formazione di differenziamenti e di prodotti del plasma.**

In seguito ad ulteriore divisione di lavoro delle due sostanze cellulari si differenziano speciali *organuli attivi* od « organi cellulari »: nel nucleo il nucleolo, il centrosoma e la carioteca, nel corpo cellulare i cromoplasti, cloroplasti, mioplasti, neuroplasti, ecc. Dall'attivo citoplasma vengono secreti, quali *prodotti passivi*, in parte *prodotti plasmatici interni* (microsomi, granuli di grasso e di pigmento, cristalli), parte *prodotti plasmatici esterni* = invogli cellulari o citoteche (membrane cellulari, gusci cellulari, capsule cellulari); infine sostanze intercellulari e sostanze cuticolari.

QUINTA TABELLA

Gradazione delle unità vitali.

(Scala dell' individualità organica).

Individui vegetali. (Bionti vegetali).	**Individui animali.** (Bionti animali).
I. - **Primo grado principale della individualità vegetale.** La pianta primitiva (protophyton). **Organismo unicellulare con assimilazione del carbonio.** I A. - *Fitomonere* (Chromacea). Cellule primitive anucleate plasmodome. I B. - *Piante primitive nucleate.* Il più dei protophyta solitaria. I C. - *Società cellulari vegetali.* (Coenobia protophyta). Colonie cellulari di diatomee, desmidiacee, ecc.	I. - **Primo grado principale dell' individualità animale.** L'animale primitivo (protozoon). **Organismo unicellulare con assimilazione di albumina.** I D. - *Zoomonere* (Bacteria). Cellule primitive anucleate plasmofaghe. I E. - *Animali primitivi nucleati.* Il più dei protozoa solitaria. I F. - *Società cellulari animali.* (Coenobia protozoa). Colonie cellulari di infusori, rizopodi, ecc.
II. - **Secondo grado principale dell' individualità vegetale.** Il germoglio (culmus). **Metafito pluricellulare semplice con tessuti.** II A. - *Tallo* (Tallus simplex). Pianta isol. dei tallofiti (alghe e funghi). II B. - *Culmus dei cormofiti non vascolari* (Muschi). II C. - *Culmus delle piante vascolari* (Felci e fanerogame).	II. - **Secondo grado principale dell' individualità animale.** La persona (persona). **Metazoo pluricellulare semplice con tessuti.** II D. - *Persona dei celenterii.* Animale isolato dei celenterii (semplici polipi e meduse, platodi). II E. - *Persona degli animali superiori non segmentati* (Vermalii, molluschi, tunicati). II F. - *Persona degli animali superiori segmentati* (Echinodermi, artropodi, vertebrati).
III. - **Terzo grado principale dell' individualità vegetale.** La colonia vegetale (phytocormus). **Metafiti composti ramificati** (Metaphyton compositum). III A. - *Talloma* (Thalloma) (Tallofiti ramificati: il più delle alghe). III B. - *Muschi ramificati* (Bryophyta composita). III C. - *Piante vascolari ramificate* (Felci coloniali e fanerogame).	III. - **Terzo grado principale dell' individualità animale.** La colonia animale (zoocormus). **Metazoo composto coloniale** (Metazoon compositum). III D. - *Colonie animali fisse arborescenti* (Spugne, polipi, coralli, briozoi, ecc.). III E. - *Colonie mobili con ergonomia* (Sifonofori, cestodi, alcuni anellidi). III F. - *Stati cellulari, branchi* (Schiere di metazoi sociali, branchi di vertebrati).

OTTAVO CAPITOLO

FORME DELLA VITA

Forme reali e forme fondamentali. — Cristalli e bionti.
Leggi di simmetria.
Bellezza delle forme organiche.

« Was man an der Natur Geheimnissvolles pries,
Das wagen wir verständig zu probiren;
Und was sie sonst organisiren liess,
Das lassen wir krystallisiren » (*).

GOETHE.

« Nella gran maggioranza dei corpi naturali, noi osservandoli attentamente, misurando le loro dimensioni e descrivendo il loro aspetto e la loro composizione possiamo riconoscere determinati rapporti matematici. Questi trovano la loro espressione in una certa *simmetria* delle parti del corpo e possono essere ricondotti ad una *forma geometrica fondamentale* quando si determinino matematicamente i rapporti di grandezza dei loro *assi* ideali e degli *angoli* sotto i quali essi si tagliano ».

Forme artistiche della natura (1904).

(*) Quel che di più misterioso si ammirava nella natura, ciò noi osiamo ragionatamente cimentare; e quello che essa otteneva organizzando, noi lo facciamo cristallizzare.

SOMMARIO DEL CAPITOLO OTTAVO

Morfologia. — Leggi di simmetria. — Forme fondamentali degli animali e delle piante. — Forme fondamentali dei protisti ed istoni. — Quattro classi principali di forme fondamentali. I. Centrostigmi: sfere (sfere liscie e tessellate). II. Centrassonii: forme fondamentali con asse centrale. Monassonii (equipolari ed inequipolari). Staurassonii (bipiramidi e piramidi). III. Centroplani: forme fondamentali con piano centrale. Simmetria bilaterale. Forme fondamentali bilatero-radiate e bilatero-simmetriche. Forme fondamentali asimmetriche. IV. Anassonii: forme fondamentali irregolari. — Cause della produzione della forma. — Forme fondamentali delle monere, dei protisti ed istoni. — Forma fondamentale e genere di vita. — Bellezza delle forme naturali. — Estetica ed ornamentazione delle forme organiche. — Forme artistiche della natura.

BIBLIOGRAFIA

Ernst Haeckel, 1866. *Generelle Promorphologie oder Allgemeine Grundformenlehre der Organismen* (Promorfologia generale), 4° libro della « Generelle Morphologie », vol. I, pag. 375-574. Berlino.

Heinrich Bronn, 1858. *Morphologische Studien über die Gestaltungsgesetze der Naturkörper* (Studii morfologici sulle leggi della forma dei corpi naturali). Lipsia.

Adolf Zeising, 1854. *Neue Lehre von den Proportionen des menschlichen Körpers* (Nuova teoria delle proporzioni del corpo umano). Lipsia.

Idem, 1855. *Aesthetische Forschungen* (Ricerche estetiche). Lipsia. *Der goldene Schnitt* (La proporzione aurea). Halle 1884.

Carus Sterne (Ernst Krause), 1891. *Natur und Kunst. Studien über Entwickelungsgeschichte der Kunst* (Natura ed arte). Berlino.

Wilhelm Bölsche, 1894. *Entwickelungsgeschichte der Natur* (Evoluzione della natura). Neudamm.

Ernst Haeckel, 1862-1877. *Monographie der Radiolarien* (Monografia dei radiolari), con 174 tav., 4 parti. Berlino. *Report of the Voyage of H. M. Ship Challenger* (Relazione del viaggio della R. nave *Challenger*), vol. XVIII, con 140 tav. Londra.

Georg Hirth, 1897. *Aufgaben der Kunstphilosophie* (Cómpiti della filosofia dell'arte). Monaco.

Alexander Baumgarten, 1750. *Aesthetica*. Lipsia.

Theodor Vischer, 1847. *Aesthetik oder Wissenschaft des Schönen* (Estetica), 3 volumi. Stuttgart.

Theodor Fechner, 1876. *Vorschule der Aesthetik* (Istradamento all'estetica). Lipsia.

Karl Lemcke, 1865. *Populäre Aesthetik* (Estetica popolare). 6ª ediz. 1890. Lipsia.

K. Wyneken, 1904. *Der Aufbau der Form beim natürlichen Werden und künstlerischen Schaffen* (La costituzione della forma nelle produzioni naturali e nelle creazioni artistiche). Dresda.

Wilhelm Bölsche, 1902. *Von Sonnen und Sonnenstäubchen. Kosmische Wanderungen* (Soli e pulviscoli di soli). Berlino.

Ernst Haeckel, 1899-1904. *Kunstformen der Natur* (Forme artistiche della natura). 10 fascicoli con 100 tavole (11° fascicolo, testo supplementare). Lipsia.

Morfologia. — L'infinita ricchezza di svariate forme che ci si presentano nel regno della vita organica, non solo allieta i nostri sensi colla sua bellezza e molteplicità, ma anche risveglia la nostra curiosità suscitando le questioni sull'origine di esse e sulla loro intima connessione. Mentre l'occuparsi dal punto di vista estetico della bellezza delle forme viventi dischiude alle arti figurative sorgenti, lo studio scientifico del loro aspetto e della loro costituzione, della loro origine ed evoluzione è oggetto di una speciale scienza biologica, la *morfologia* o scienza delle forme. Io ho trattato a fondo i principii di quest' ultima or son 38 anni nella mia « Morfologia generale ». Essi sono così estranei alla cerchia della comune coltura ed inoltre, senza il corredo di molte figure illustrative, sono così difficili a comprendere, che io devo qui astenermi dal trattarne estesamente. In questo capitolo toccherò solo brevemente quelle modalità delle forme organiche che riguardano la difficile questione delle loro forme fondamentali ideali, le leggi dei loro rapporti di simmetria e le loro relazioni colla cristallizzazione.

Ho di recente trattato più a fondo questi intricati problemi nell'ultimo (undecimo) fascicolo delle mie « Forme artistiche della natura». Le cento tavole di quest' opera possono anche servire ad illustrare chiaramente queste condizioni morfologiche; le tavole relative vengono nel seguente trattamento indicate col loro numero e colle lettere *Kf*. (*).

Forme fondamentali degli animali e delle piante. — L'*unità* della formazione organica che si manifesta dovunque nel substrato materiale dei corpi naturali viventi, nella composizione chimica e nella virtù plasmativa del loro plasma, si mostra anche nelle leggi di

(*) Alle lettere *Kf*. si sostituiscono qui le lettere *FA*. quando si tratti delle 50 tavole della traduzione italiana.

simmetria delle loro forme fondamentali. L'infinita molteplicità delle forme specifiche si può tanto nel regno animale come nel regno vegetale ricondurre a pochi gruppi principali o classi di forme fondamentali e queste non mostrano nei due regni alcuna differenza (cfr. tabella 6, pag. 170). Il fiore a sei raggi del giglio ha la stessa forma fondamentale regolare come il corallo a sei raggi od attinia (F.t. 9, 49) e la forma fondamentale radio-bilaterale è la stessa nella viola come nel riccio di mare bilaterale (*Clipeaster*, FA. 30). La forma fondamentale dorso-ventrale o bilaterale-simmetrica del più delle foglie verdi degli alberi si ripete nella « persona » del più degli animali superiori (celomari); la distinzione di una *destra* e di una *sinistra* determina in pari tempo nelle une e negli altri il caratteristico contrapposto di *ventre* e *dorso*.

Forme fondamentali dei protisti ed istoni. — Per ciò che riguarda le forme fondamentali e le loro trasformazioni, la contrapposizione di protisti ed istoni è molto più importante che non l'abituale distinzione fra animali e piante. Infatti i *protisti*, gli organismi unicellulari (senza tessuti) mostrano una molto più grande libertà e varietà nello sviluppo delle forme fondamentali che non gli *istoni*, gli organismi pluricellulari con tessuti. Nei *protisti* (tanto protofiti che protozoi) la simmetria della forma fondamentale e lo speciale sviluppo delle sue appendici dipendono solo dalla forza plasmativa dell'organismo elementare, dell'unica *cellula*; invece negli *istoni* (tanto metafiti che metazoi) essi dipendono dalla plasticità del *tessuto* il quale è composto di molte cellule riunite in società. In base a questo contrasto tectologico si può dividere tutto il mondo organico in quattro regni (o sottoregni) come indica il sistema morfologico della 7ª tabella, pag. 171.

Forme fondamentali dei radiolari. — La classe dei *radiolari* è per la *promorfologia* (o scienza generale delle forme fondamentali) il più ricco ed interessante fra tutti i gruppi di organismi. Di fatto tutte le diverse forme fondamentali che si possono nel sistema geometrico distinguere e matematicamente definire si trovano veramente realizzate nell'elegante impalcatura silicea di questi unicellulari protozoi marini. Nella mia « Monografia dei radiolari del *Challenger* » io ne ho distinto oltre quattromila specie e le ho figurate in 140 tavole (*).

(*) Cfr. Wilhelm Bölsche, Die Wunderwelt der Radiolarien. Ein Blick in die Tiefsee. (Von Sonnen und Sonnenstäubchen. Berlin 1902).

Leggi di simmetria. — Solo pochissime forme organiche appaiono affatto irregolari, senz'alcuna traccia di simmetria, o cambiano continuamente il loro « informe » aspetto, come per es. le amebe e le consimili « cellule ameboidi » dei plasmodii. La gran maggioranza dei corpi organici permette, tanto nel complesso della forma esterna come nella configurazione delle singole parti, di riconoscere una certa regolarità che si chiama, in ampio senso, *simmetria.* La regolarità di questa simmetria spesso si manifesta a primo aspetto in ciò che parti simili sono ordinate l'una presso l'altra secondo determinati numeri e grandezze e che si possono distinguere certi assi e piani ideali che si tagliano sotto angoli misurabili. Molte forme organiche emulano in ciò gli anorgici cristalli. L'importante ramo della mineralogia il quale descrive, misura e fissa in formole matematiche queste forme cristalline è la cristallografia. Un affine ramo della morfologia biologica, il quale è stato sinora molto trascurato, è la *promorfologia* o dottrina delle forme fondamentali. Questi due rami di ricerca perseguono in comune lo scopo di scoprire nella forma corporea realmente esistente una legge ideale di simmetria e di esprimere quest'ultima con una formola matematica ben determinata.

Promorfologia. — Il numero delle forme fondamentali ideali alle quali si possono ricondurre le simmetrie degli innumerevoli corpi viventi reali è relativamente piccolo. Una volta si credeva sufficiente distinguere due o tre gruppi principali:

I. *Forme fondamentali raggiate* (radiali od actinomorfe);
II. *Forme fondamentali bilaterali* (o zigomorfe);
III. *Forme fondamentali irregolari* (od amorfe).

Se però si esaminano più attentamente i caratteri e le differenze delle forme fondamentali tenendo debito conto delle condizioni degli assi ideali determinanti e dei loro poli, si arriva a distinguere quei nove gruppi di forme fondamentali che sono mostrati dalla nostra 6ª tabella. In questo sistema promorfologico servono di guida i rapporti di posizione delle parti rispetto al *centro naturale* del corpo (pag. 170). Su questa base noi distinguiamo dapprima quattro classi di forme fondamentali:

1º Le centrostigme mostrano come centro naturale del corpo un *punto;*

2º Le centrassonie, una *retta* (asse);

3º Le centroplane, un *piano* (piano mediano);

4º Le centraporie (*acentra* od *anaxonia*), cioè le forme fondamentali affatto irregolari, non permettono di distingere alcun centro, nè alcuna simmetria.

I. Forme fondamentali centrostigme (*prima classe delle forme fondamentali ideali*). — Il centro naturale della forma del corpo è un *punto* matematico. Propriamente vi è una sola forma che rientri qui, e quest'è la più regolare di tutte, la *sfera*. Si possono tuttavia distinguere in queste due sottoclassi le sfere liscie e le sfere tessellate. La *sfera liscia* (*holosphaera*) è la genuina sfera matematica nella quale tutti i punti della superficie sono equidistanti dal centro e tutti gli assi che passano per quest'ultimo hanno pari lunghezza. Questa forma è incarnata in modo perfetto nell'ovocellula di molti animali (p. es. dell'uomo e dei mammiferi), nelle cellule polliniche di molte piante, poi nelle cellule che si svolgono sospese in un liquido, nelle più semplici forme di radiolari (*Actissa*), negli sferici cenobii dei volvocini e catallatti e nella corrispondente forma embrionale della pura *blastula*. La sfera liscia ha un'importanza affatto speciale perchè essa rappresenta l'unica forma fondamentale assolutamente regolare, l'unica forma con equilibrio completamente stabile e in pari tempo l'unica forma organica che si possa spiegare direttamente in via fisica; certi liquidi anorganici (goccie di mercurio, goccie d'acqua) assumono da se stesse la piena forma sferica, tanto come le goccie d'olio che siano sospese in un liquido acquoso dello stesso peso specifico (p. es. in una miscela d'alcool e d'acqua).

La *sfera tessellata* o faccettata (*phatnosphaera*) è il cosidetto *poliedro endosferico*, cioè un corpo a molte faccie i cui spigoli coincidono tutti con una stessa superficie sferica. Gli assi o diametri sferici che si conducono fra gli spigoli passando pel centro sono tutti uguali fra di loro e maggiori di tutti gli altri assi (congiungenti le tessere o faccette). Simili sfere tessellate si trovano incarnate in gran numero negli sferici scheletri silicei di molti radiolari; la sferica capsula centrale di molte sferoidee è inclusa in un invoglio gelatinoso concentrico sulla cui sferica superficie vien secreta una rete di tenui fili silicei. Le maglie di questa rete sono ora regolari (per lo più triangolari od esagonali), ora irregolari; dai punti nodali di questa rete (che tutti giaciono nella superficie sferica) si elevano spesso aculei silicei radiali (FA. 1; Kf. 51, 91). Anche i granuli pollinici di molte fanerogame assumono la forma di sfere tessellate.

II. Forme fondamentali centrassonie. — Il centro naturale del corpo è una linea retta, l'*asse principale*. Questo grande gruppo di forme fondamentali si divide in due classi, secondochè quell'asse è il solo asse ideale fisso del corpo o che inoltre si possano ancora distinguere fissi angoli trasversi i quali si taglino ad angolo retto. Le prime forme le chiamiamo *monaxonia* (ad un solo asse), le seconde *stauraxonia* (ad assi incrociati). La sezione orizzontale (perpendicolare all'asse principale) è nelle monassonie circolare, nelle staurassonie poligonale.

Forme fondamentali uniassi (*Monaxonia*). — La forma è solo determinata da un unico asse fisso, *l'asse principale;* i suoi due poli possono essere uguali (*isopola*) o diseguali (*allopola*). Ai *monassonii equipolari* (*isopola*) appartengono le note semplici forme che in geometria si chiamano sferoidi (sfere appiattite), lenti biconvesse, elissoidi, coni doppi, cilindri, ecc. Una sezione orizzontale che si conduca attraverso al centro dell'asse principale verticale taglia il corpo in due metà congruenti. Queste porzioni invece sono diseguali di forma e grandezza nei *monassonii inequipolari* (*allopola*); il polo superiore acrale od apice (punta) è diverso dal polo inferiore basale o base; così nella forma ovale (ova degli uccelli), nella lente piano-convessa, nella semisfera, nel cono, ecc. Le due sottoclassi dei monassonii, tanto gli allopoli (conoidali), come gli isopoli (sferoidali) si trovano realizzati in

forme organiche tanto di cellule dei tessuti degli istoni, come di protisti viventi indipendentemente (FA. 4; Kf. 84).

Forme fondamentali ad assi incrociati (*Stauraxonia*). — L'asse principale, supposto verticale (*axon principalis*), viene tagliato da due o più assi incrociati orizzontali o *raggi* (*axones radiales*). Tale è il caso per quelle forme che prima si chiamavano per solito regolari o *raggiate*. Anche qui, come nei monassonii, si possono distinguere due classi di *isopoli* ed *allopoli* secondo che i due poli dell'asse principale sono uguali o disuguali.

Staurassonii equipolari (*Stauraxonia isopola*) sono, per es., le bipiramidi, delle quali è una fra le più semplici forme l'ottaedro. Mostrano espressa in guisa affatto caratteristica tale forma il più degli acantarii, quei radiolari nei quali 20 aculei radiali (risultanti di silicato di calce) irraggiano dal centro dell'asse principale (privo di aculei). Questi 20 radii, se si ricordi la figura dalla sfera terrestre coi suoi assi perpendicolari, appaiono distribuiti su cinque zone orizzontali di 4 aculei ciascuna in modo che nel piano equatoriale si intersecano ad angolo retto due paia, da ciascun lato poi (nell'emisfero nord e sud) le punte di 4 aculei cadono nella zona tropicale, e le punte di 4 aculei polari nel circolo polare; 12 aculei (i 4 equatoriali e gli 8 polari) giaciono in due piani meridiani perpendicolari fra loro, mentre gli 8 aculei tropicali giaciono in due altri piani meridiani che tagliano questi ultimi sotto un angolo di 45 gradi. Nel più degli acantarii (tanto nelle acantometre stellate quanto nei corazzati acantofracti), salvo poche eccezioni, questa rimarchevole legge di posizione dei 20 aculei radiali (la legge degli isacanti) è, in seguito a fedele eredità, strettamente mantenuta; l'origine di essa si spiega coll'adattamento ad una posizione adatta che assume il corpo unicellulare oscillante pel mare in un determinato stato di equilibrio (FA. 21, 41). Se si collegano le punte degli aculei reali per mezzo di linee ideali si ottiene un corpo poliedrico che si può ricondurre alla forma di una bipiramide regolare. Anche in altri protisti con scheletro plastico si può riconoscere questa forma fondamentale degli staurassonii isopoli; così, p. es., in molte diatomee (FA. 4; Kf. 84) e desmidiacee (FA. 24). Più raramente la si trova realizzata nelle cellule dei tessuti degli istoni.

Staurassonii inequipolari (*Stauraxonia allopola*) sono le *piramidi*, forme fondamentali che han parte essenziale nella conformazione dei corpi organici; appunto esse vennero dapprima considerate (in stretto senso) come forme regolari o raggiate; così i fiori regolari delle fanerogame, i zoofiti regolari, meduse, coralli, ecc. Secondo il numero e la grandezza degli assi cruciali orizzontali, i quali tagliano a mezzo l'asse principale verticale, si possono distinguere qui diversi gruppi.

Piramidi regolari. — Sono due sezioni essenzialmente diverse di forme piramidali regolari le piramidi regolari e le anfitecte. Nelle *piramidi regolari* gli assi cruciali sono uguali fra di loro e la base è un poligono regolare; così è nei fiori a tre raggi di iris e crocus, nelle meduse a quattro raggi (FA. 16, 28, 47, 48, ecc.), negli « echinodermi regolari » a cinque raggi, nel più delle stelle di mare, ricci di mare, ecc. (FA. 10, 40; Kf. 60), e nei « coralli regolari » a sei raggi (FA. 9; Kf. 69).

Piramidi a due tagli od anfitecte. — Questo peculiare gruppo di forme fondamentali piramidali è caratterizzato da ciò che la loro base è un rombo, non un poligono regolare. Perciò si possono condurre attraverso al piano basale due assi incrociati ideali perpendicolari l'uno all'altro, i quali sono entrambi equipolari ma hanno diversa lunghezza. L'uno dei due può essere chiamato asse sagittale (con polo dorsale e polo ventrale), l'altro asse trasverso (con polo destro e polo sinistro); ma questa distinzione è arbitraria, perchè entrambi sono equipolari. In ciò sta la

differenza essenziale delle forme centroplane e dorsiventrali nelle quali il solo asse laterale è equipolare, mentre l'asse sagittale è inequipolare. La piramide a doppio taglio è sviluppata in forma molto pura e perfetta nella classe dei ctenofori (FA. 27), nella quale è affatto generale. La notevole forma fondamentale di questi celenterati pelagici è stata chiamata ora biradiale, ora quadriradiata-bilaterale, ora ottoradiale-simmetrica. Un più attento esame dimostra che essa è una piramide rombica; la primitiva forma fondamentale a quattro raggi che essi hanno avuto in eredità dalle meduse craspedote è diventata « bilaterale » pel fatto che a « destra e sinistra » si sono sviluppati altri organi che non « davanti e di dietro ».

Forme fondamentali rombo-piramidali simili a quelle dei ctenofori si trovano anche in talune meduse e sifonofori, in molti coralli ed altri celenterati e molte in molti fiori. Mentre i ctenofori hanno costantemente otto spicchi (*octophragma*) l'individuo di molti coralli ne ha invece sei (*hexaphragma*), così pure molti madreporari (*Flabellum* FA. 7, *Sphenotrochus*). I fiori di molte dicotili ne han quattro (*tetraphragma*), così *Circaea* e molte crocifere (*Draba*, *Lepidium*). La denominazione di « bitagliente » applicata a questa speciale forma fondamentale è presa dall'antica spada a due tagli; in questa l'asse principale è inequipolare, al polo basale l'elsa, al polo acrale la punta; ma i due tagli affilati a destra e sinistra sono uguali fra loro (poli dell'asse laterale) e così pure le due larghe superficie (dorsale e ventrale) collegate dall'asse sagittale.

III. **Forme fondamentali centroplane** (*terza classe di forme fondamentali*). — Il centro naturale del corpo è un *piano*, il *piano mediano o sagittale*, esso divide il corpo « bilaterale » in due metà uguali simmetriche, *destra* e *sinistra;* con ciò è dato in pari tempo il caratteristico contrasto fra *dorso* e *ventre;* perciò in botanica questa forma fondamentale (quella, p. es., del più delle foglie verdi) viene chiamata dorsiventrale, in zoologia è detta per solito bilaterale in senso stretto. Per questa importante e sparsissima forma fondamentale è caratteristico il rapporto di tre assi diversi perpendicolari fra di loro; di questi tre assi direttivi (*Euthyni*) due sono inequipolari, il terzo equipolare. I centroplani si possono dunque chiamare anche *triassi* (*triaxonia*). Nel più degli animali superiori (come nel nostro stesso corpo umano) il più lungo dei tre assi direttivi è l'*asse principale* od « asse longitudinale » (*axon principalis*); il suo polo anteriore è quello orale o polo boccale, il suo polo posteriore è l'aborale o caudale. Il più breve dei tre eutini è nel nostro corpo l'asse sagittale od « asse di spessore » (*axon sagittalis, dorsiventralis);* il suo polo superiore è il polo dorsale, l'inferiore è il polo ventrale. Il terzo asse direttivo è equipolare: è l'asse trasversale o laterale; l'uno dei suoi poli è dunque chiamato destro, l'altro sinistro. Le singole parti che compongono le due metà del corpo hanno in entrambe la stessa posizione relativa, ma assolutamente (cioè rispetto al piano mediano) questa posizione è opposta.

Inoltre le forme fondamentali *centroplane* o bilaterali sono anche caratterizzate da tre piani perpendicolari fra di loro i quali si possono far passare per ogni coppia di assi direttivi. Il primo di questi piani direttivi è il *piano mediano:* esso è determinato dall'asse principale e dal sagittale e taglia il corpo nelle due metà simmetricamente uguali, destra e sinistra; il secondo piano direttivo è il *piano frontale*, esso passa per l'asse principale e per l'asse trasversale (nel nostro corpo parallelamente alla superficie frontale) e divide la metà dorsale dalla ventrale. Il terzo piano direttivo è il *piano cingolare:* esso è determinato dall'asse sagittale e dal trasversale e taglia la metà cefalica (o pezzo apicale) dalla metà caudale (o pezzo basale).

Il concetto di *simmetria bilaterale*, che viene sopratutto applicato per le forme fondamentali centroplane o dorsiventrali, ha più sensi, come già mostrai nel 1866 nell'estesa analisi e critica di queste forme fondamentali che ho data nel quarto libro della mia « Morfologia generale »; esso viene usato in cinque sensi diversi. Per queste considerazioni generali è sufficiente distinguere due ordini di forme fondamentali centroplane: le bilatero-radiali e le bilatero-simmetriche; nelle prime la forma fondamentale raggiata (piramidale) è unita alla bilaterale, nelle ultime, no.

Forme fondamentali bilatero-radiali (*Amphipleura*). — Quest'ordine comprende quelle forme in cui la conformazione raggiata del corpo è combinata in modo molto caratteristico colla bilaterale. Ne dànno chiari esempi nel regno vegetale i fiori a tre raggi delle orchidee (Kf. 74), i fiori a cinque raggi delle labiate, papilionacee, ecc.; nel regno animale i quinqueradiati « echinodermi irregolari », i ricci di mare bilaterali (spatangidi, clipeastridi, FA. 30). Qui si può dovunque riconoscere a prima vista la « struttura raggiata », la costituzione da 3-5 o più parti radiali (parameri), le quali sono bilateralmente disposte rispetto ad un piano mediano comune.

Forme fondamentali bilatero-simmetriche (zeugiti, zigomorfe, *Zygopleura*). Questa forma fondamentale è generalmente dominante nelle « persone » degli animali superiori i quali hanno libera locomozione. Il corpo risulta da un paio di metà opposte (antimeri) e non mostra alcuna traccia di struttura raggiata. Negli animali liberamente mobili, striscianti o natanti (vertebrati, artropodi, molluschi, vermi, ecc.), il lato ventrale è per solito rivolto verso il suolo ed invece il lato dorsale è rivolto all'alto. Manifestamente questa forma fondamentale zeugitica è fra tutte le varie forme immaginabili la più utile e pratica per la locomozione in una determinata posizione e direzione; il peso è regolarmente diviso nelle due metà (destra e sinistra), il capo (cogli organi dei sensi, il cervello e la bocca) è rivolto all'avanti, la coda all'indietro. Perciò pure da migliaia d'anni tutti i nostri strumenti artificiali di trasporto (i carri sulla terra, le navi nell'acqua) sono costrutti sulla stessa forma fondamentale. La *selezione* l'ha riconosciuta come la più adatta e l'ha conservata abbandonando le altre. Nelle verdi foglie zeugitiche delle piante sono poi altre cause quelle che determinano il predominare della simmetria bilaterale: le relazioni verso l'asse cui esse sono fissate, verso la luce solare che cade dall'alto, ecc.

Forme fondamentali asimmetriche. — Vogliono essere considerate a parte quelle forme *bilaterali* che primitivamente (per eredità) sono bensì impostate simmetricamente ma secondariamente divengono inequilaterali per adattamento a speciali condizioni di vita. L'esempio più noto ce lo dànno fra i vertebrati i pesci piatti o sfoglie (pleuronettidi), le limande, i rombi, i pesci-passera, ecc. Questi teleostei alti e stretti, lateralmente compressi in gioventù, sono costrutti in modo al tutto bilaterale-simmetrico come i comuni pesci, più tardi essi acquistano l'abitudine di adagiarsi a piatto su un fianco (destro o sinistro) sul fondo marino; in seguito a ciò il lato superiore rivolto alla luce prende un colore scuro e spesso si orna di disegni (talora molto somiglianti al fondo pietroso che li circonda: colorazione protettiva); invece il lato inferiore sul quale giace il pesce rimane scolorato. Ma v'ha di più. L'occhio del lato inferiore migra al lato superiore, cosicchè i due occhi vengono a giacere l'un presso l'altro su un solo lato (destro o sinistro) e corrispondentemente le ossa craniane e le parti molli che le ricoprono

crescono nelle due metà del capo in modo affatto obliquo. Naturalmente questo processo ontogenetico nel quale una spiccata asimmetria si svolge durante la storia giovanile individuale di ogni singolo pleuronettide dalla primitiva struttura affatto simmetrica, non si può spiegare se non colla legge biogenetica fondamentale; si tratta della rapida e breve ripetizione, determinata dall'eredità, di quel lungo e lento processo filetico di trasformazione che nella filogenesi dei pleuronettidi si è svolto gradatamente in molte migliaia d'anni. Nello stesso tempo quest'interessante « metamorfosi dei pleuronettidi » ci dà un eccellente prova dell' « eredità dei caratteri acquisiti » in seguito ad una persistente abitudine ecologica; coll'opposta teoria del germiplasma di Weismann essa non si può affatto spiegare.

Un altro evidente esempio ce ne dànno fra gli invertebrati i molluschi *gasteropodi*. Gran parte di questi molluschi si distinguono, come è noto, per la forma spirale della loro conchiglia calcarea. Questo nicchio moltiforme, spesso bellamente colorato ed ornamentato, è essenzialmente un tubo ravvolto a spirale il quale alla estremità superiore (apice) è chiuso e alla estremità inferiore (bocca) è aperto; il mollusco può ritrarsi completamente in questo tubo protettore. L'anatomia comparata e l'ontogenesi dei molluschi ci insegnano che questo nicchio spirale è nato in origine da una semplice copertura dorsale a forma di scudo o di cono piatto del mollusco primitivamente bilaterale-simmetrico, e ciò pel fatto che le due metà laterali del corpo, gli antimeri, ebbero un ineguale accrescimento. La causa di questo fu un momento puramente meccanico, il riversarsi del crescente sacco viscerale coperto dalla conchiglia su un fianco; parte delle interiora racchiusevi (cuore, reni, fegato, ecc.) crebbe in seguito a ciò più fortemente in un lato che nell'altro; con ciò si collegarono notevoli trasposizioni e trasformazioni delle parti vicine, sopratutto delle branchie. Nel più dei gasteropodi una delle branchie e uno dei reni colla relativa orecchietta cardiaca andarono anzi del tutto perduti conservandosi solo dall'altra parte, e questi organi si sono trasportati dal lato sinistro al destro o viceversa. La spiccata asimmetria delle due metà del corpo la quale ne fu la conseguenza trova la sua corrispondente espressione nella forma spirale del torto nicchio calcareo. Anche questa rimarchevole metamorfosi ontogenetica si spiega perfettamente con un corrispondente processo filogenetico e fornisce i migliori esempi per l' « *eredità dei caratteri acquisiti* ».

Anche nel regno vegetale, come nell'animale, si trovano esempi di una simile asimmetria di forme bilaterali, per es. le foglie delle note Begonie, i fiori di Canna, ecc.

Forme fondamentali anassonie (*Centraporia*). — Di interamente *irregolari* e *senz'assi* non vi sono, tutto sommato, che poche forme organiche, poichè solitamente il rapporto stesso col suolo (*geotaxis*) o coll'immediato ambiente determina la speciale direzione dell'accrescimento e con ciò anche lo svilupparsi in qualche direzione di un asse. Frattanto si possono chiamare al tutto irregolari i molli corpi plasmatici, di aspetto continuamente mutevole, di molti rizopodi, degli amebini, micetozoi, ecc. Anche il più delle spugne, che noi consideriamo come cormi di gastreadi, sono affatto irregolari; il più noto esempio ce ne dà la spugna da bagno.

Cause della produzione della forma. — Uno studio imparziale e profondo delle conformazioni organiche ci dimostra che i loro aspetti reali infinitamente varii si possono tutti ricondurre alle poche forme

fondamentali ideali sopra citate. L'anatomia ed ontogenia comparata ci insegnano poi che gli innumerevoli processi di trasformazione che condussero al formarsi delle singole specie sono determinati dall'*adattamento* alle diverse condizioni di vita, dalle abitudini e funzioni, le quali cose, in unione coll'*eredità*, spiegano fisiologicamente la trasformazione morfologica. Qui però sorge la questione come ci possiamo immaginare il prodursi di quelle poche forme fondamentali geometricamente definibili e quali cause hanno determinato la loro divergenza.

Appunto per questa importante e difficile questione noi ci imbattiamo anche oggi nei più disparati giudizi e nella più spiccata tendenza ai concetti dualistici e mistici. Il pubblico colto, cui non son noti che in parte od imperfettamente i fatti biologici, si crede qui appunto in diritto di ricorrere ad una « creazione » sopranaturale delle forme; egli pensa che solo un sapiente Creatore che traccia con coscienza e ragione il suo speciale « piano di costruzione » e lo eseguisce acconciamente possa produrre simili strutture. Ma persino dei naturalisti segnalati e coltissimi inclinano su questo punto a concetti mistici e trascendenti; essi pensano che le « comuni » forze fisiche della natura non giungono qui a dare una spiegazione e che, almeno per il primitivo prodursi delle « forme fondamentali », si debba ricorrere ad un pensiero creativo, ad un disegno preconcetto od a simile causa teleologica, in base a *cause finali* operanti coscientemente. Ciò fanno persino Carlo Naegeli ed Alessandro Braun.

Seguendo principii fondamentalmente opposti io ho sempre sostenuto l'opinione che anche per l'origine e la trasformazione delle *forme fondamentali*, come per tutti gli altri processi biologici ed anorgici, dànno sufficiente spiegazione l'opera delle note forze fisiche, delle meccaniche *cause efficienti*. Per riuscire a questo chiaro intendimento *monistico* e per sfuggire a quegli errori *dualistici* non si ha che da tener sempre presenti i processi fondamentali dell'*accrescimento* i quali determinano tutte le forme organiche ed anorgiche e in pari tempo ricordare la lunga serie di gradi lentamente ascendenti di evoluzione che ci conducono ininterrottamente dai più semplici protisti, dalle monere, su fino ai più complicati organismi.

Forme fondamentali dei protisti. — Gli organismi unicellulari mostrano sotto il rapporto promorfologico la massima multiformità; nella classe sola dei radiolari sono già realmente incarnate tutte le forme fondamentali geometriche che si possano immaginare; ben lo dimostra un'occhiata alle 140 tavole sulle quali io, nella mia monografia, ho rappresentato migliaia di questi eleganti protozoi (*Challenger Report*, vol. XVIII). Molto semplici appaiono invece le

monere, quegli infimi gradi della vita organica che stanno sul limitare del mondo anorgico, gli amorfi « organismi senza organi ». Sopra tutte attirano qui il nostro interesse le importantissime *cromacee* che finora furono così ingiustificatamente e stranamente neglette. Fra le note e dovunque diffusissime *croococcacee* i *Chroococcus*, *Coelosphaerium*, *Aphanocapsa* sono certo i più primitivi fra tutti i noti organismi del presente ed in pari tempo quelli che ci rendono concepibile la « prima origine della vita organica » per generazione primordiale (archigonia). Una minutissima *sfera plasmatica* azzurro-verdognola senza alcuna struttura o solo rivestita di una sottile membrana è l'intero « organismo »; la sua forma è la primitiva fra tutte, la sfera liscia centrassonia. Strettamente affini sono le oscillarie e nostochine, cromacee sociali che appaiono come tenui fili azzurro-verdognoli. Questi risultano da una filza di semplici cellule primitive (anucleate) che in seguito a stretto collegamento sono spesso appiattite a disco. Molti protisti si presentano in due diversi stati: uno stato mobile (cinesi) con forma molto varia e spesso mutevole, ed uno stato di riposo (paulosi) con forma sferica. Quando però la singola cellula vivente incomincia a fabbricarsi un solido scheletro od un invoglio protettore, questi possono assumere svariatissime e spesso complicatissime forme. Sotto questo rapporto la classe dei radiolari fra i protozoi e la classe delle diatomee fra i protofiti (entrambe con guscio siliceo) vincono tutti gli altri gruppi del multiforme regno dei protisti. Nelle mie « Forme artistiche della natura » io ho messo insieme una scelta delle più eleganti forme (diatomee, FA. 4; Kf. 84; radiolari FA. 1, 11, 21, 22, 31, 41; Kf. 51, 61, 71, 95). La cosa più notevole e fondamentalmente importante è questa, che gli artisti che costrussero queste meravigliose strutture silicee spesso così complicate e adatte non sono altri che i plastiduli o i micelli, cioè i costituenti molecolari, invisibili al microscopio, del molle semifluido plasma (sarcode).

Forme fondamentali degli istoni. — Le forme degli istoni si distinguono essenzialmente (per ciò che riguarda la loro origine) da quelle dei protisti pel fatto che in questi ultimi il semplice organismo unicellulare determina da sè solo l'aspetto complessivo e l'attività vitale dell'organismo, il che negli istoni è invece determinato dallo *stato cellulare*, dall'unione sociale delle molte diverse cellule che compongono il corpo formato di tessuti. Ond'è che anche la forma fondamentale ideale, che è pur sempre determinabile nella reale costruzione dell'istone, ha un tutt'altro significato che fra gli unicellulari protisti. Mentre in questi ultimi si manifesta la massima multiformità nell'aspetto della cellula indipendente e dell'invoglio protettivo da essa

prodotto, negli istoni il numero delle forme fondamentali è limitato. Per vero le cellule stesse che formano i tessuti possono qui mostrare le più grandi diversità di forma e struttura, ma il numero dei varii tessuti che esse costituiscono rimane piccolo e tale è pure il numero delle forme ideali fondamentali presentate dall'intero organismo formato da essi: il *germoglio* (*culmus*) nel regno dei metafiti, la *persona* nel regno dei metazoi. Lo stesso si dica della *colonia* (*cormus*) nei due regni, cioè dell'unità individuale superiore che si compone di molti germogli o di molte persone (cfr. pag. 151).

Forma fondamentale e modo di vita degli istoni. — Le due classi di forme fondamentali che sono più spesso rappresentate nei germogli dei metafiti e nelle persone dei metazoi furono distinte in radiali e bilaterali: le prime sono determinate dalla vita sedentaria, le seconde dalla libera locomozione in una determinata posizione e direzione (natante nell'acqua o strisciante sul suolo). Così è che noi troviamo la forma *radiale* od actinomorfa (come di piramide) prevalente nei fiori e frutti dei metafiti, nelle « persone » dei polipi, dei coralli e degli echinodermi regolari. Predomina per contro la forma fondamentale *bilaterale* o dorsiventrale nel più degli animali liberamente mobili; tuttavia essa si trova anche in molti fiori (papilionacee, labiate, orchidee ed altre, le quali vengono fecondate da insetti); qui la causa del bilaterismo è data da altre condizioni biologiche: dal mutuo rapporto cogli insetti, nelle foglie dal loro modo d'inserzione e distribuzione sullo stelo, ecc.

Gli individui composti di ordine superiore, le *colonie* (*cormi*) nel loro accrescimento sono molto più dipendenti dalle condizioni di spazio dell'ambiente che non i germogli e le « persone »; perciò la loro forma fondamentale è per solito più o meno irregolare, raramente bilaterale.

La bellezza delle forme naturali. — L'interesse che suscitano nell'uomo le forme naturali, tanto come le artistiche, e che da millennii lo ha spinto ad imitare le prime in queste ultime, dipende in massima parte, se non esclusivamente, dalla loro *bellezza*, cioè dal senso di piacere che nasce dalla considerazione di esse. Il determinare la origine di questo desiderio e piacere del bello e le leggi dell'evoluzione di tale senso spetta all'*estetica*. Se si collega quest'ultima coi risultati della moderna fisiologia del cervello si possono distinguere due classi di sensazioni estetiche, dirette e indirette. Nella bellezza *diretta* o sensuale sono direttamente eccitati gli interni organi sensorii del piacere, i neuroni estetici o cellule cerebrali sensorie. Per contro queste impressioni si collegano, nella bellezza *indiretta* od *associale*,

coll'eccitazione dei neuroni fronetici, cioè colle cellule cerebrali raziocinali le quali determinano i concetti ed il pensiero.

I. *Bellezza diretta o sensuale* (oggetto dell'estetica sensuale): l'immediata percezione di stimoli piacevoli per mezzo degli organi di senso. Noi possiamo all'incirca distinguere i seguenti stadii del suo crescente perfezionamento: 1° *Semplice bellezza* (oggetto dell'estetica primordiale); il piacere viene provocato dalla immediata impressione sensoria d'una forma o di un colore semplice; così dà già una gradevole impressione una sfera in contrapposto ad un informe pezzo di legno, un cristallo di fronte ad un sasso, una macchia celeste o dorata di fronte ad una di colore grigio-azzurrognolo o giallo sudicio (in musica, un semplice e puro suono di campana rispetto ad uno stridulo fischio). 2° *Bellezza ritmica* (oggetto dell'estetica lineare); la sensazione estetica è provocata dal ripetersi in una *serie* di qualche forma semplice, per es., una collana di perle, un cenobio catenale di monere (Nostoc), o di cellule (diatomee, Kf. 84, fig. 7, 9) (in musica una giusta serie di uguali toni semplici). 3° *Bellezza actinale* (oggetto dell'estetica radiale); il piacere è provocato dal regolare ordinamento di tre o più forme semplici uguali attorno ad un centro comune dal quale esse irradiano: per es. una croce regolare, una stella coi raggi, tre porzioni simmetriche opposte di un fiore d'iris, quattro parameri nella « persona » delle meduse, cinque antimeri d'una stella di mare; il noto gioco col *caleidoscopio* mostra quanto largamente la pura costellazione radiale di tre o più figure semplici appaghi il nostro senso estetico (in musica, la semplice armonia di più suoni accordantisi, l'accordo). 4° *Bellezza simmetrica* (oggetto dell'estetica bilaterale); il piacere è prodotto dal rapporto di un oggetto semplice colla sua immagine speculare, il completarsi di due metà simmetriche (antimero destro e sinistro). Se si piega un pezzo di carta su una qualsivoglia macchia irregolare d'inchiostro per modo che essa s'imprima regolarmente sulle due metà della piega si ha una figura simmetrica la quale appaga il nostro naturale senso dello spazio o dell'equilibrio.

II. *Bellezza indiretta od associale* (oggetto dell'estetica associativa o simbolica). Le impressioni estetiche di questa seconda classe non solo sono molto più svariate e complicate di quelle della prima, ma inoltre esse hanno una ben altra importanza nella vita dell'uomo e degli animali superiori. Condizione anatomica di questa superiore funzione fisiologica è la complicata struttura del cervello degli animali superiori e dell'uomo e sopratutto lo sviluppo degli speciali *territorii d'associazione* (del centro pensante, sfera raziocinativa), la loro separazione dagli interni centri di senso (sfera percettiva). Qui

dalla collaborazione di milioni di differenti neuroni o cellule psichiche, delle esteto-sensorie collegate colle razionali fronete, sorgono per complicata *associazione di idee* funzioni estetiche molto più elevate e preziose. Come quattro gruppi principali di simile bellezza indiretta od associale si possono citare i seguenti: 5° *Bellezza biologica* (oggetto dell'estetica botanica o zoologica); le singole forme di organismi od i loro organi (per es. un fiore, una farfalla) eccitano il nostro interesse estetico perchè le mettiamo in rapporto col loro significato fisiologico, coi loro movimenti, coi loro rapporti bionomici, colla loro utilità pratica, ecc. 6° *Bellezza antropistica* (oggetto della estetica antropomorfa); l'uomo « la misura delle cose » considera il suo proprio organismo come oggetto principale dell'estetica, tanto morfologicamente (bellezza del corpo umano e dei suoi singoli organi: occhi, bocca, capelli, colorito), quanto fisiologicamente (bellezza dei movimenti, pose) e psicologicamente (espressione delle emozioni colla fisionomia). Poichè l'uomo col riportare sul mondo obbiettivo questi godimenti personali acquistati colla considerazione soggettiva di sè stesso giudica così in modo antropomorfo gli altri esseri, questa estetica antropistica acquista una universale importanza. 7° *Bellezza sessuale* (oggetto dell'estetica erotica); il piacere è determinato dalla reciproca attrazione dei due sessi; la straordinaria importanza che ha l'amore nella vita dell'uomo come del più degli altri organismi, il potente influsso delle sensazioni e passioni erotiche, infine la scelta sessuale che è collegata colla riproduzione ha prodotto nel contrasto reciproco di aspetto dell'uomo e della donna un'infinita ricchezza di prodotti estetici in tutti i campi dell'arte; la speciale sensazione di piacere che è provocata dall'affinità elettiva, corporea e psichica, dei due sessi si deve filogeneticamente ricondurre all'amore cellulare delle due sorta di cellule generatrici, all'attrazione fra la spermocellula e l'ovocellula. 8° *Bellezza del paesaggio* (oggetto dell'estetica regionale). Il senso di piacere che suscita l'ammirare un paesaggio e che trova la sua soddisfazione nella moderna pittura paesistica, è più comprensivo che quello di tutte le altre sensazioni estetiche. In ispazio l'obbietto è più grande e copioso che tutti gli altri oggetti naturali, i quali, considerati per sè stessi, possono essere belli ed interessanti. Le mutevoli forme delle nuvole e dell'acqua, il profilo delle azzurre montagne nello sfondo, le foreste e i prati nel piano mediano, le macchiette animatrici al primo piano del paesaggio risvegliano nell'anima dello spettatore una quantità di diverse impressioni che da una intricatissima associazione di idee vengono contessute in un grande armonico insieme. Le funzioni fisiologiche delle cellule nervee della corteccia dei nostri emisferi cerebrali, le quali determi-

nano questi godimenti estetici, la reazione reciproca delle sensuali estete colle razionali fronete sono fra le più perfette funzioni della vita organica.

Questa « estetica regionale », cui spetta determinare scientificamente le leggi della bellezza paesistica, è molto più recente delle altre parti già nominate della « scienza del bello ». È molto notevole che per la bellezza del paesaggio (in opposizione a quello che avviene per l'architettura e per la bellezza dei singoli esseri naturali) sia prima condizione l'assoluta irregolarità, la mancanza di simmetria e di forme fondamentali matematiche determinate. Ordinamento simmetrico degli oggetti (per es. un doppio viale di pioppi od una serie di case) o figure radiali (per es. un'aiuola od un crocicchio) in un paesaggio di buon gusto non sono ammessi, essi appaiono « tediosi e stancanti ».

Uno sguardo comparativo alle otto specie principali qui citate di bellezza delle forme naturali ci mostra una serie continua d'evoluzione che sale dal semplice al complesso, dall'inferiore al superiore. A questa gradazione corrisponde anche l'evoluzione del senso del bello nell'uomo, ontogeneticamente dal fanciullo all'adulto, filogeneticamente dai selvaggi e dai barbari all'uomo colto ed al critico d'arte. La filogenesi dell'uomo e dei suoi organi che nell'*antropogenia* ci spiega la graduale evoluzione dalle forme inferiori alle superiori per la reazione reciproca dell' eredità e dell' adattamento, trova anche applicazione nella storia dell'estetica e dell'ornato: essa ci insegna che anche il senso, il gusto, il sentimento e l'arte si sono svolti poco alla volta. D'altra parte a questa serie evolutiva corrisponde anche parzialmente la gradazione delle forme fondamentali, le quali tanto in natura come nelle arti figurative stanno a base delle forme reali dei corpi.

SESTA TABELLA

Specchio delle forme fondamentali geometriche.

Quattro classi di forme fondamentali secondo i rapporti col centro del corpo.	Sei classi di forme fondamentali secondo i rapporti cogli assi del corpo	Nove ordini di forme fondamentali secondo i rapporti coi poli degli assi	Carattere delle forme fondamentali più importanti.
A. – Prima Classe. **Centrostigma.** Il centro geometrico è un *punto* (stigma centrale). Nessun asse principale.	**I. – Homaxonia.** *Forma fondamentale con assi uguali.*	**1. Sfera liscia.** (Holosphaera).	1. Pure sfere geometriche; tutti i possibili assi uguali.
	II. – Polyaxonia. *Forma fondamentale con molti assi.*	**2. Sfera tessellata.** (Phatnosphaera).	2. Forme poliedriche i cui spigoli cadono tutti in una superficie sferica.
B. – Seconda Classe. **Centraxonia.** Il centro geometrico è una *retta* verticale, asse principale, *Axon centralis.*	**III. – Monaxonia.** *Forma fondamentale uniasse.* Senza assi trasversi determinati (Sezione trasversa circolare).	**3. Forma fondamentale sferoidale.** (Monaxonia isopola).	3. *Fusi*, elissoidi, sferoidi, lenti, cilindri.
		4. Forma fondamentale conoidale. (Monaxonia allopola).	4. *Coni*, ovoidi, emisferi, mezze lenti.
	IV. – Stauraxonia. *Forma fondamentale con assi incrociati.* Con assi trasversi determinati (Sezione trasversa poligonale).	**5. Forma fondamentale bipiramidale.** (Stauraxonia isopola).	5 *a.* Bipiramidi regolari. 5 *b.* Bipiramidi bitaglienti.
		6. Forma fondamentale piramidale. (Stauraxonia allopola).	6 *a.* Piramidi regolari. 6 *b.* Piramidi bitaglienti.
C. – Terza Classe. **Centroplana.** Il centro geometrico è un *piano* (il piano mediano sagittale, *planum centrale*).	**V. – Triaxonia.** *Forma fondamentale con tre assi.* Tre assi direttivi perpendicolari l'uno all'altro (euthyni) determinano la differenza di destra e sinistra, di dorso e di ventre.	**7. Amphipleura.** Forma fondamentale bilatero-radiale. Quattro o più pezzi opposti (antimeri).	7 *a.* Paramphipleura. 7 *b.* Dysamphipleura.
		8. Zygopleura. Forma fondamentale bilatero-simmetrica. Due soli antimeri.	8 *a.* Persimmetrica (destra e sinistra uguali). 8 *b.* Asimmetrica (destra e sinistra disuguali).
D. – Quarta Classe. **Centraporia.** Il centro geometrico manca del tutto.	**VI. – Anaxonia.** *Forma fondamentale senza assi.*	**9. Forma fondamentale irregolare.** Interamente irregolare.	9. Non si possono distinguere assi e poli.

SETTIMA TABELLA

Sistema morfologico degli organismi.

Divisione degli esseri viventi (piante ed animali) in due regni (protisti ed istoni) in base alla struttura cellulare del loro corpo.

Primo regno organico. **Unicellulari,** *Protisti.* Organismi che per lo più rimangono per tutta la vita *unicellulari* (*monobia*), ossia raramente, per ripetuta divisione, formano lasse *società cellulari* (*coenobia*), ma non mai veri tessuti. **Sottoregni dei protisti.**		Secondo regno organico. **Pluricellulari,** *Istoni.* Organismi che solo al principio della loro esistenza sono unicellulari, ma che più tardi sono *pluricellulari* e sempre per solido collegamento delle cellule sociali formano veri tessuti (*histobia*). **Sottoregni degli istoni.**	
A. - **Protofiti.** (Piante primitive).	*B.* - **Protozoi.** (Animali primitivi).	*C.* - **Metafiti.** (Piante con tessuti).	*D.* - **Metazoi.** (Animali con tessuti).
A. - *Carattere* - Plasmodomi. Protisti con ricambio vegetale; assimilazione di carbonio.	B. - *Carattere* - Plasmofagi. Protisti con ricambio animale; assimilazione di albumina.	C. - *Carattere* - Plasmodomi. Istoni con ricambio vegetale; assimilazione di carbonio.	D. - *Carattere* - Plasmofagi. Istoni con ricambio animale; assimilazione di albumina.
Gruppi principali.	*Gruppi principali.*	*Gruppi principali.*	*Gruppi principali.*
I. - **Fitomonere.** Protofiti senza nucleo cellulare (*monere*): Cromacee.	I. - **Zoomonere.** Protozoi senza nucleo cellulare (monere): Batterii.	I. - **Tallofiti.** Metafiti con tallo: Alghe, Miceti (funghi).	I. - **Celenterii.** Metazoi senza cavità celomica e senz'ano: Gastreadi, spugne, cnidari, platodi.
II. - **Algarie.** Alghe unicellulari con nucleo, senza moto flagellare (Paulotomee, Diatomee).	II. - **Sporozoi.** Protozoi nucleati senza processi mobili: Gregarine, Chitridini.	II. - **Mesofiti.** Piante intermedie con protallo: Muschi, Felci.	II. - **Celomari** (Bilaterii). Metazoi con cavità celomica e con ano (per lo più anche con vasi sanguigni): Vermalii, Molluschi, Echinodermi, Articolati, Tunicati, Vertebrati.
III. - **Alghette.** Alghe unicellulari con nucleo, con moto flagellare: Mastigote, Meletallie, Sifonee.	III. - **Rizopodi.** Protozoi nucleati con pseudopodii: Lobosi, radiolari.	III. - **Antofiti** (Fanerogame). Piante con fiori e semi (spermofiti): Gimnosperme, Angiosperme.	
	IV. - **Infusorii.** Protozoi nucleati con flagelli o ciglia: Flagellati, ciliati.		

NONO CAPITOLO

MONERE

Organismi precellulari. — Cellule senza nucleo.
Cromacee. e batterii.

« Per distinguere nettamente i più semplici ed imperfetti di tutti gli organismi, quelli nei quali nè col microscopio nè coi reagenti chimici noi non possiamo constatare alcun differenziamento entro all'omogeneo corpo plasmatico, da tutti i rimanenti organismi composti di parti disuguali, noi li chiameremo *i semplici* o *le monere*. Noi dobbiamo certo dare speciale attenzione a questi organismi interessantissimi ma finora quasi al tutto negletti e dare il massimo peso alla loro semplicissima struttura corporea, che tuttavia permette il pieno esercizio di tutte le funzioni vitali essenziali, se vogliamo *spiegare la vita*, derivarla dalla mal chiamata « materia morta » e colmare il troppo vantato vuoto fra gli organismi e gli anorgani. Infatti essi ci dimostrano chiaramente che il *concetto di organismo* si può ricavare *solo fisiologicamente* dai movimenti vitali, ma *non morfologicamente* dalla sua organizzazione ».

Morfologia generale, 1866, vol. I, pag. 135.

SOMMARIO DEL CAPITOLO NONO

Le più semplici forme di vita. — Teoria cellulare e dogma cellulare. — Organismi precellulari: monere, citodi e cellule. — Monere attuali. — Cromacee (cianoficee). — Cromatofori. — Cenobii di cromacee; fenomeni vitali. — Batterii. — Relazione dei batterii colle cromacee, coi funghi e coi protozoi. — Rizomonere (*Protamoeba*, *Protogenes*, *Protomyxa*, *Bathybius*). — Monere problematiche. — Fitomonere (plasmodome) e Zoomonere (plasmofaghe). — Transizioni fra le due classi.

BIBLIOGRAFIA

Ernst Haeckel, 1866. *Die Moneren: Organismen ohne Organe* (Le monere, organismi senz'organi). II libro della « Morfologia generale » (vol. 1°, pag. 135; vol. 2°, pag. XXII). Berlino.

Idem, 1870. *Monographie der Moneren* (*Biolog. Studien*). Monografia delle monere. Jena.

Idem, 1894. *Systematische Phylogenie der Protisten* (Filogenia sistematica dei protisti). Berlino.

Kirchner e Blochmann, 1886. *Die mikroskopische Pflanzen- und Thierwelt des Süsswassers*, 2ª ediz. 1893, Hamburg. (Il mondo microscopico vegetale e animale delle acque dolci).

W. Zopf, 1882. *Zur Morphologie der Spaltpflanzen* (Per la morfologia degli schizofiti).

August Gruber, 1889-1904. *Biologische Studien an Protozoen*. Freiburg i. Br. (Studi biologici sui protozoi).

Robert Koch, 1878. *Untersuchungen über die Aetiologie der Infections-Krankheiten*. Berlino. (Studi sulla eziologia delle malattie infettive).

Otto Bütschli, 1890. *Ueber den Bau der Bakterien und verwandten Organismen*. Lipsia. (Sulla struttura dei batterii ed organismi affini).

Wilhelm Engelmann, 1888. *Die Purpurbakterien. Zur Biologie der Schizomyceten* (*Pflüger's Archiv*, vol. 26, 30). (Sui batterii della porpora. Sulla biologia degli schizomiceti).

Carl Fränkel, 1887. *Grundriss der Bakterienkunde*. Berlino. (Elementi di batteriologia).

Fränkel e Pfeiffer, 1893. *Mikrophotographischer Atlas der Bakterienkunde*. Berlino. (Atlante microfotografico di batteriologia).

Migula, 1890. *Bakterienkunde für Landwirthe* (Batteriologia agraria).

Alfred Fischer, 1903. *Vorlesungen über Bakterien*. 2ª ediz., Berlino. (Lezioni sui batterii).

Uhlworm, 1878-1904. *Centralblatt für Bakteriologie*. Jena.

Fritz Schaudinn, 1901-1904. *Archiv für Protistenkunde*. 3 volumi. (Molti importanti contributi alla conoscenza dei batterii). Jena.

Richard Hertwig, 1902. *Die Protozoen und die Zelltheorie* (I protozoi e la teoria cellulare). 1° vol. dell'*Archiv für Protistenkunde*. Jena.

Le più semplici forme di vita. — Ogni qualvolta si tratti di studiare e spiegare dei fenomeni complessi è naturale che i primi sforzi vengano rivolti alla conoscenza degli elementi semplici, al modo di loro connessione ed all'evoluzione del complicato dal semplice. Questo precetto fondamentale è già tenuto come generalmente valido per gli oggetti anorgici, i minerali, le macchine artificiosamente costrutte, ecc. Anche per gli scopi biologici esso ha ora ottenuto il generale consenso. Gli sforzi dell'anatomia comparata sono diretti a comprendere come la complicatissima struttura corporea degli organismi superiori si svolga attraverso alla scala ascendente dagli esseri viventi più semplici, a concepire come i primi si siano storicamente svolti da questi ultimi. In disaccordo con questo importante fondamento la moderna teoria cellulare, la quale in breve tempo è giunta ad alta perfezione, ci mostra un comportamento opposto. L'intricata composizione dell'organismo unicellulare, tanto in molti protisti superiori (p. es. ciliati, infusori) come in molte cellule superiori dei tessuti (p. es. neuroni), ha condotto ad attribuire alla cellula in generale una organizzazione estremamente complessa; anzi si può persino dire che recentemente la fondamentale « teoria cellulare » si sia cambiata in un pericoloso e fallace *dogma cellulare*.

Il dogma cellulare. La moderna teoria cellulare, quale ce la presentano molti scritti recenti e persino parecchi dei più rinomati trattati e che noi dobbiamo combattere come *dogmatica*, poggia a un dipresso sulle seguenti proposizioni: 1° La cellula nucleata è l'organismo elementare generale; tutti gli esseri viventi sono o unicellulari o composti di molte cellule e tessuti; 2° Questo organismo elementare risulta di almeno due diversi organi (o meglio organuli), dell'interno nucleo (*nucleus*) e dell'esterno corpo cellulare (*cytoplasma*); 3° Le sostanze di questi due organi della cellula, il carioplasma del nucleo e il citoplasma del corpo della cellula, non sono mai corpi

omogenei (formati da un substrato chimico), ma invece sono sempre « organizzati », cioè composte di molte « particelle elementari » chimicamente e fisicamente diverse; 4° Il plasma (o protoplasma) è perciò un concetto puramente morfologico, non chimico; 5° Ogni cellula nasce solo (od è solo nata) da una cellula-madre, come pure ogni nucleo da un nucleo (*Omnis cellula e cellula, omnis nucleus e nucleo*).

Queste cinque proposizioni fondamentali del moderno dogma cellulare non hanno valore generale: esse sono inconciliabili colla teoria dell'evoluzione. Io le ho dunque da 38 anni logicamente combattute e le tengo per così pericolose che voglio ancor qui brevemente riassumere gli argomenti contrari. Qui bisogna sopratutto mettere in chiaro il moderno *concetto di cellula;* esso viene ora generalmente definito in modo (d'accordo colla seconda proposizione) che vien considerato come essenziale il fatto che l'organismo elementare sia composto da due elementi costitutivi essenzialmente diversi, il nucleo ed il corpo della cellula, e che questi due organuli mostrino differenze costanti dal punto di vista chimico, morfologico e fisiologico. Se tale è davvero il caso, non è possibile che la cellula sia il vero « organismo primitivo », essa non potrebbe essere sôrta al principio della vita organica sulla nostra terra che per opera di un *miracolo.* Invece la nostra teoria naturale dell'evoluzione esige in modo affatto chiaro e preciso che la cellula (intesa in questo senso!) sia il prodotto *secondario* di un semplice « organismo elementare » *primario*, di un omogeneo *citode.* Vi sono ancora oggidì dei semplici protisti che non bastano a quella definizione e che io nel 1866 ho caratterizzato quali *monere.* Poichè esse debbono aver necessariamente preceduto le vere cellule, le si possono anche chiamare « organismi precellulari ».

Organismi precellulari. — I più antichi organismi che abbiano abitato il nostro globo e coi quali incominciò la meravigliosa vicenda della vita organica, non possono, secondo il presente stato delle nostre conoscenze biologiche, essere pensati che come omogenei corpi plasmatici, come biogeni od aggregati di biogeni nei quali non ancora esisteva quell'importante differenziamento di nucleo e corpo cellulare che è caratteristico della vera cellula. Simili « cellule senza nucleo » io le ho chiamate nel 1866 *citodi* e le ho riunite insieme colle vere cellule nucleate sotto il concetto di *plastidi* (« Morfologia generale », I, pag. 269). In pari tempo io avevo fin d'allora tentato di mostrare che tali citodi esistono ancora oggi come *monere* indipendenti e poi, nel 1870, nella mia « Monografia delle monere » avevo descritto una quantità di protisti che mi parvero corrispondere a quella definizione.

Monere attuali. — Le prime esatte osservazioni su monere viventi (*Protamoeba* e *Protogenes*) vennero da me instituite da oltre 40 anni; nella « Morfologia generale » ho poi designato queste monere come « organismi senz'organi » privi di struttura, additandole come i veri inizii della vita organica (vol. I, p. 133-135; vol. II, p. XXII). Poco dopo mi riuscì durante un soggiorno nell'isola di Lanzerote (Canarie) di osservare nella sua continuità la biologia di un affine organismo rizopodiforme il quale si comportava come un semplicissimo micetozoo ma se ne distingueva essenzialmente per la mancanza di nucleo; l'immagine di esso è riprodotta nella tav. I^a^ della « Storia della Creazione naturale ». La descrizione di questa sfera plasmatica ranciata (*Protomyxa aurantiaca*) apparve più tardi nella mia « Monografia delle Monere » (*). La maggior parte degli organismi che io descrissi colà sotto questo nome avevano movimenti simili a quelli dei veri rizopodi (o sarcodini). Per alcuni di essi fu più tardi mostrato che v'è un nucleo nascosto nell'interno dell'omogeneo grumo di plasma e che perciò essi devono essere considerati come vere cellule. Questa correzione venne però presto e ingiustificatamente estesa a *tutte* le monere e si negò addirittura l'esistenza di simili forme viventi anucleate. Ciò malgrado, di simili « organismi senza organi » ne esistono ancora oggidì sotto più forme; alcune tra queste sono anzi molto sparse. A queste appartengono anzitutto le *cromacee* ed i *batterii*, le prime con ricambio vegetale (plasmodome), questi ultimi con ricambio animale (plasmofagi). In base a quest'importante differenza chimica io distinsi dieci anni sono nella mia « Filogenia sistematica », vol. I, pag. 48, n. 144, due gruppi primari di monere: *fitomonere e zoomonere*, le prime protofiti anucleati, le ultime anucleati protozoi.

Cromacee (*Ficocromacee, schizoficee*). — Fra tutti gli organismi che presentemente animano il nostro pianeta le *cromacee* son certo da tenersi per *i più primitivi*, per quelli che più si approssimano ai più antichi abitatori viventi di esso. Le loro forme più semplici, le *croococcacee*, non sono altro che sferule protoplasmatiche amorfe le quali crescono per plasmodomia e si moltiplicano per semplice bipartizione tostochè quest'accrescimento abbia varcato un certo limite di grandezza individuale. Molte di esse sono rivestite da una sottile membrana e da uno spesso invoglio protettore gelatinoso e questa circostanza mi aveva trattenuto prima dal considerare le cromacee come vere monere. Tuttavia mi sono più tardi convinto che la formazione di un tale invoglio protettore attorno all'omogenea sfera di plasma

(*) Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaften. 1868, Bd. IV.

si deve bensì considerare fisiologicamente come un'« adatta » disposizione protettiva, ma nello stesso tempo, dal punto di vista puramente fisico, si può tenere per una conseguenza « meccanica » della tensione superficiale. D'altra parte appunto il carattere fisiologico di queste monere plasmodome ha speciale importanza perch'esso ci dà il più semplice mezzo per sciogliere l'importante questione della generazione primordiale (archigonia). (Cfr. capit. XV).

Le cromacee vivono ancor oggi diffuse su tutto il globo, parte in acqua dolce, parte in mare. Molte specie formano rivestimenti glauchi, violacei o rossicci sulle rupi, sui sassi, sul legno e altri oggetti. In queste sottili lamine gelatinose stanno addensati l'un contro l'altro milioni di piccoli citodi uguali. La loro colorazione vien data da una speciale sostanza colorante (ficociano) che è chimicamente legata alla sostanza dell'omogeneo granulo di plasma. Il tono di questo colore nelle numerose specie di cromacee (delle quali già si distinguono più di 800) è molto vario; nelle specie indigene è per lo più glauco o verde-azzurro, talora anche azzurro, cianeo o violetto: da ciò nasce l'usata denominazione di cianoficee (cioè alghe azzurre); tale nome è doppiamente improprio: primo perchè solo parte di questi protofiti son colorati in azzurro e secondariamente perchè essi (quali semplicissimi protofiti non formanti tessuti) si devono affatto separare dalle vere alghe (ficee) che sono metafiti pluricellulari formanti tessuti. Altre cromacee son colorate in rosso, arancio o giallo, così, p. es., l'interessante *Trichodesmium erythraeum*, le cui masse fioccose accumulate in enormi quantità determinano in certi tempi sotto i tropici la colorazione gialla o rossa dell'acqua marina; ad esse si deve la denominazione del « mar rosso » sulle coste arabiche e quella del « mar giallo » sulle coste chinesi. Quand'io, il 10 marzo 1901, passai l'equatore nello stretto di Sunda il bastimento navigò per delle miglia attraverso a colossali agglomerazioni di simili masse di tricodesmii; la superficie giallognola o rossiccia del mare appariva come cosparsa di segatura (*Aus Insulinde*, 1901, pag. 246). In simil modo la superficie del mare artico è talora colorata in bruno o rosso-bruno dal *plankton monotono* costituito dalla bruna *Procytella primordialis* (anteriormente descritta sotto il nome di *Protococcus marinus*) (*).

Cromacee e cromatofori. — Egli è evidentemente al tutto illogico il considerare le cromacee come una classe o famiglia delle alghe, come si fa anche ora nel più dei trattati di botanica. Le vere alghe (*phyceae*), esclusene le unicellulari diatomee e paulotomee le quali

(*) Confronta i miei « Plankton-Studien » 1890, pag. 27.

appartengono ai protofiti, sono piante pluricellulari che formano un *tallo* di forma determinata e costituito da tessuti caratteristici. Le cromacee, le quali non hanno ancora nemmeno il valore di una vera cellula nucleata, appartengono, quali anucleati citodi, ad un grado molto più basso e più antico di vita vegetale. Se ad ogni modo si vogliono comparare le cromacee con alghe od altre piante, non le si devono paragonare colle singole *cellule* di queste ma solo coi noti *cromatofori* o cromatelle che si trovano in tutte le cellule verdi delle piante e formano *parte* del loro contenuto. Più recisamente, questi verdi « corpuscoli clorofilliani » si devono considerare come *organuli* della cellula vegetale, come speciali « differenziamenti plasmatici » i quali si originano nel citoplasma oltre al nucleo. Nelle cellule embrionali degli abbozzi germinali delle piante e nei punti vegetativi di esse i cromatofori sono ancora incolori e si differenziano, quali granuli più saldi, fortemente rifrangenti, sferici o tondeggianti, dal più denso strato plasmatico che circonda immediatamente il nucleo. Solo più tardi esse si trasformano, mediante un processo chimico, nei verdi granuli clorofilliani o cloroplasti cui incombe il più importante còmpito della plasmodomia della pianta, cioè l' « assimilazione del carbonio ».

È molto interessante ed importante il fatto che i verdi granuli di clorofilla nell'interno della cellula vegetale vivente crescono per loro conto e indipendentemente si moltiplicano per scissione; gli sferici cloroplasti si strozzano nel mezzo e si scindono in due sfere-figlie di eguale grandezza; questi « plastidi-figli » crescono e si moltiplicano più oltre allo stesso modo. Essi si comportano dunque entro alla cellula vegetale esattamente come le libere cromacee nell'acqua. Basandosi su questo significantissimo paragone uno dei nostri più acuti ed imparziali naturalisti, Fritz Müller (Desterro nel Brasile) indicò fin dal 1893 che in ciascuna cellula verde di pianta si possa ammettere una simbiosi di individui associati verdi plasmodomi con plasmofagi non verdi. (Cfr. la mia « Antropogenia », 5ª ediz., 1903, pag. 534, fig. 277, 278, e pag. 362, nota 87).

Cenobii di cromacee. — Molte specie di semplicissime cromacee vivono quali monobii; dopochè le piccole sfere di plasma si sono divise per semplice scissione in due metà uguali, queste si separano e seguitano a vivere isolate; così fa il comune, diffusissimo *Chroococcus*. Tuttavia il più delle specie vivono in società poichè i granuli plasmatici formano più o meno serrati cenobii, cioè « società o colonie cellulari ». Nel caso più semplice (*Aphanocapsa*) i citodi sociali secernono un'amorfa massa gelatinosa nella quale sono sparse senza

regola numerose sferule plasmatiche azzurro-verdognole. Nella *Gloeocapsa*, che forma un sottile rivestimento gelatinoso glauco sui muri umidi e sulle roccie, i singoli citodi subito dopo avvenuta la divisione si avvolgono in nuovi invogli gelatinosi stratificati e questi confluiscono a formare grandi ammassi. Tuttavia la maggior parte delle cromacee forma riunioni cellulari più salde, filiformi, o *catene di plastidi* (cenobii catenali). La divisione trasversa dei citodi che vivacemente si moltiplicano avvenendo sempre nella medesima direzione e gli individui nuovamente formati rimanendo uniti fra loro alla superficie di divisione, nel che si appiattiscono a disco, ne nascono formazioni a collana o filamenti articolati di notevole lunghezza; così nelle oscillarie e nostochinee. Se molti di tali filamenti restano riuniti entro a masse gelatinose comuni, ne risultano spesso vistosi corpi gelatinosi d'aspetto irregolare; così nel *Nostoc commune* essi raggiungono la grossezza d'una prugna.

Fenomeni vitali delle cromacee. — Vista la straordinaria importanza che io attribuisco alle cromacee come ai più antichi e più semplici di tutti gli organismi, è importante rilevare i seguenti fatti generali relativamente alla loro struttura anatomica ed al loro lavoro fisiologico: 1° L'organismo delle più semplici cromacee *non è* formato di diversi *organuli* od organi e non mostra alcuna traccia nè di una costituzione combinata, nè di una « struttura da macchina ». 2° L'omogeneo granulo plasmatico colorato che nel caso più semplice (*Chroococcus*) forma l'intero organismo *non mostra* alcuna « struttura plasmatica » (da alveoli, filamenti, ecc.). 3° L'originaria *forma sferica* del granulo plasmatico è la più semplice di tutte le forme fondamentali, quella che assume anche il corpo inorganico (p. es. le goccie d'acqua) in istato di equilibrio stabile. 4° Il formarsi di una sottile *membrana* alla superficie dell'amorfo granulo di plasma si può intendere come un processo puramente fisico dovuto alla tensione superficiale. 5° L'*invoglio gelatinoso* secreto da molte cromacee è parimente dovuto ad un semplice processo fisico (o chimico). 6° L'unica funzione vitale essenziale che è comune a tutte le cromacee è la loro propria conservazione con il loro accrescimento per mezzo del loro ricambio vegetale o *plasmodomia* (assimilazione del carbonio). Questo processo puramente chimico è paragonabile alla catalisi dei composti anorganici (capit. 10). 7° L'*accrescimento* di questi citodi in seguito a continuata plasmodomia è paragonabile al processo fisico dell'accrescimento dei cristalli. 8° La *riproduzione* delle cromacee per semplice bipartizione non è altro che il proseguimento di questo semplice processo d'accrescimento il quale oltrepassa la misura di grandezza

individuale. 9° Tutti gli altri « fenomeni vitali » che si possono ancora osservare in parte delle cromacee si spiegano parimente con semplici cause fisiche o chimiche in via *meccanica*, non un solo fatto parla in favore dell'interferenza di « forze vitali ». Sono ancora specialmente notevoli, per ciò che riguarda il carattere fisiologico di questi infimi organismi, alcune delle loro particolarità bionomiche, sopratutto l'indifferenza verso gli influssi esterni, alte e basse temperature, ecc. Parecchie cromacee prosperano in sorgenti calde la cui temperatura arriva a 50-80° e nelle quali nessun altro organismo resiste. Altre specie possono rimanere gelate per molto tempo nel ghiaccio e dopo che questo si è sciolto riprendere subito la loro interrotta attività vitale. Molte cromacee possono disseccarsi completamente e rivivere dopo molti anni quando siano riportate in contatto coll'acqua.

Batterii. — Alle cromacee si rannodano immediatamente i batterii, quei rimarchevoli minuti organismi che da 30 anni hanno raggiunto una così straordinaria importanza come cause delle più perniciose malattie, come provocatori della fermentazione, della putrefazione, ecc. La scienza speciale che si occupa di essi, la moderna *batteriologia* è giunta in breve tempo a tanta importanza, specialmente per la medicina pratica e teorica, che ora nel più delle università essa è insegnata da una cattedra apposita. Sono ammirevoli la perspicacia e la pazienza colle quali si è giunti coll'aiuto dei migliori microscopi e dei migliori moderni metodi di preparazione e colorazione a scrutare l'organismo dei batterii, a stabilire le loro particolarità fisiologiche ed a chiarire con accurati sperimenti e metodi di coltura l'alta importanza che essi hanno per la vita organica. La situazione bionomica od ecologica dei batterii nell'economia della natura ha in tal modo raggiunto ultimamente un valore che assicura con ragione a queste « minime forme viventi » il massimo interesse scientifico e pratico.

Stanno però in strana contraddizione con questi brillanti risultati della batteriologia certe vedute generali che si sono mantenute sino a questi ultimi tempi fra i cultori di questa scienza speciale. Appaiono sopratutto strane a qualunque biologo il quale giudichi dei rapporti sistematici dei batterii dal punto di vista moderno della teoria della discendenza le singolari opinioni sul collocamento dei batterii nel regno vegetale (come schizomiceti), sui loro rapporti con altre classi di piante e sulla formazione delle loro specie. Se noi esaminiamo senza preconcetti le qualità morfologiche che sono comuni a tutti i veri batterii e le paragoniamo criticamente con quelle di altri organismi, noi

non possiamo che venire alla conclusione che io già da venti anni in diversi scritti ho cercato di esporre: i batterii non sono vere cellule (nucleate), ma anucleati citodi del valore delle *monere;* essi non sono funghi veri (formanti tessuti), ma bensì semplicissimi *protisti;* i loro più prossimi congiunti sono le cromacee.

Batterii e monere. — Gli organismi individuali di semplicissima specie che i batteriologi chiamano « cellule batterii » non sono vere *cellule* nucleate. Tale è il risultato chiaro, negativo di numerose ricerche estremamente accurate che fino a questi ultimi tempi erano rivolte a constatare positivamente nel corpo plasmatico dei batterii un nucleo cellulare. Fra queste esatte ricerche moderne son sopratutto da rilevare quelle del botanico Reinke di Kiel il quale in uno dei più grossi e facili da osservare fra i generi di batterii, nella *Beggiatoa*, si sforzò vanamente con tutti i metodi di ricerca di constatare la presenza di un nucleo. La sua convinzione della reale mancanza di quest'importante struttura cellulare ha tanto più valore in quanto che essa si accorda malissimo colla sua teoria delle dominanti. Altri osservatori (sopratutto Schaudinn) hanno recentemente considerati come equivalenti del nucleo parecchi minutissimi granuli che erano irregolarmente sparsi nel plasma e che si coloravano intensamente con alcuni mezzi di colorazione nucleare. Ma quand'anche quest'identità chimica fra tali sostanze che si colorano allo stesso modo fosse veramente dimostrata (non è certamente il caso) e se anche l'apparire di granuli di nucleina sparsi nel plasma si potesse considerare come una preparazione al differenziarsi di un nucleo cellulare individuale, morfologicamente distinto, con tutto ciò non se ne sarebbe ancora dimostrata l'indipendenza quale di organulo della cellula.

Tanto meno questa è dimostrata dal fatto che in alcuni batterii (ma non in tutti) si può constatare una separazione del plasma in uno strato interno ed uno esterno, oppure una « struttura schiumosa » con formazione di vacuoli od una speciale membrana delimitabile che ricopre il plastide. Molti batterii (ma non tutti!) condividono il possesso di una tale membrana colle affini cromacee, come pure la secrezione di un invoglio gelatinoso. Le due classi hanno infine di comune la *riproduzione esclusivamente monogena;* i batterii, come le cromacee, si moltiplicano esclusivamente per *semplice scissione;* subito che l'amorfo granulo di plasma ha raggiunto, per semplice accrescimento, una certa grandezza, esso si strozza e si divide in due metà. Nei batterii allungati (nei bacilli) lo strozzamento passa sempre pel mezzo dell'asse longitudinale, è dunque una semplice divisione trasversale. Per

molti batterii si descrive inoltre una riproduzione per spore, ma queste cosidette *spore* non sono propriamente che paulosi o *stati di riposo* (senza moltiplicazione degli individui!); la parte centrale del plastide (endoplasma) si addensa, si separa dalla parte periferica (exoplasma) e subisce una modificazione chimica che la fa molto resistente colle influenze esterne (p. es. alte temperature).

Batterii e cromacee. — La gran maggioranza dei batterii è morfologicamente così poco diversa dalle cromacee, che non si possono distinguere queste due classi di monere che per la contrapposizione del loro ricambio materiale. Le *cromacee* (quali protofiti) sono plasmodome; esse fabbricano nuovo plasma per sintesi e riduzione da semplici combinazioni anorganiche: acqua, acido carbonico, ammoniaca, acido nitrico. Per contro i *batterii* (quali protozoi) sono plasmofagi; essi (per lo più) non possono fabbricare nuovo plasma, ma lo devono ricavare (in qualità di parassiti, saprofiti, ecc.) da altri organismi; essi scompongono il plasma per analisi ed ossidazione. Perciò anche manca agli incolori batterii l'importante sostanza colorante verde, azzurra o rossa (ficociano) che colora i plastidi delle cromacee ed è il vero agente dell'assimilazione del carbonio. Frattanto anche sotto questo rapporto vi sono delle eccezioni: *Bacillus virens* è colorato in verde dalla clorofilla, *Micrococcus prodigiosus* (sangue miracoloso) è rosso-sangue, i batterii purpurei sono rosso-porpora, ecc. Certi batterii viventi nel terreno (nitrobatterii) hanno persino il potere vegetale della plasmodomia; essi trasformano per ossidazione l'ammoniaca in acido nitroso e questo in acido nitrico ed utilizzano, come sorgente di carbonio, l'acido carbonico dell'atmosfera; essi sono dunque affatto indipendenti dalle sostanze organiche e si nutrono, come le cromacee, unicamente di semplici composti anorganici.

La parentela fra le plasmodome cromacee ed i plasmofagi batterii è dunque così intima che propriamente non si può dare un solo carattere differenziale sicuro il quale separi nettamente le due classi. Perciò molti botanici riuniscono questi due gruppi in un'unica classe sotto il nome di *schizofiti* entro la quale distinguono come « ordini » le glauche cromacee, quali *schizoficee*, dagli incolori batterii o *schizomiceti*. Frattanto questa separazione non è netta e l'assoluta mancanza del nucleo e della formazione di tessuti allontana tanto le cromacee dalle alghe nucleate e formanti tessuti quanto i batterii dai funghi. La semplice moltiplicazione per dimezzamento della cellula, che viene indicata dal nome di « schizofito o pianta scissipara », si ritrova pure in molti altri protisti.

Forme specifiche dei batterii. — Il numero delle forme che si distinguono in senso sistematico col nome di specie nei batterii, malgrado la grande semplicità dell'aspetto esterno, è molto grande; parecchi batteriologi distinguono già più centinaia di specie; alcuni già più di mille. Se tuttavia si considera solo l'aspetto esterno del vivente granulo plasmatico, non si possono essenzialmente distinguere che tre forme fondamentali: 1° *Micrococchi* o sferobatterii (brevemente: cocchi), sferici od elissoidi; 2° *Bacilli* o rabdobatterii (anche eubatterii o batterii in stretto senso), a bastoncino, cilindrici; 3° *Spirilli* o spirobatterii, bastoncini ricurvi come salsiccie (bacilli virgola); oppure bastoncini contorti a spira (con debole avvolgimento spirale: vibrioni, con molti giri di spira addensati: spirochete). Oltre a questa triplice differenza della forma del citode, servono poi a contraddistinguere molti bacilli o spirilli uno o più esilissimi flagelli che partono da uno o dai due poli dell'allungato plastide; le loro contrazioni ed oscillazioni servono alla locomozione dei batterii natanti; tuttavia in molte specie essi non appaiono che temporariamente ed a molte altre mancano del tutto.

Poichè dunque nè la semplice forma esterna del citode batterio nè la loro omogenea struttura interna dànno sufficiente appiglio per la distinzione sistematica delle numerose specie, vennero per lo più utilizzate perciò in prima linea le loro particolarità fisiologiche, sopratutto il diverso comportamento rispetto a mezzi nutritivi organici (albumina e zuccaro) e le loro azioni chimiche le quali provocano speciali avvelenamenti o scomposizioni nell'organismo vivente. Niun batteriologo mette ora più in dubbio che tutte queste attività vitali dei batterii siano di natura puramente chimica, ed appunto sotto questo rapporto questi microbi hanno una grandissima importanza generale. Se si pensa quanto siano intricati gli speciali rapporti delle singole specie di batterii coi diversi tessuti del corpo umano col quale essi provocano le speciali malattie del tifo, del carbonchio, del colèra e della tubercolosi, si è costretti ad ammettere che la vera causa di queste si deve cercare nella particolare struttura molecolare del plasma del batterio, nello speciale ordinamento delle sue molecole e dei numerosi (oltre a mille) atomi che sono combinati in guisa molto labile in speciali gruppi molecolari. I prodotti chimici delle loro notevoli trasformazioni sono le cosidette *ptomaine*, in parte potentissimi veleni (tossine). Si riuscì, coltivando artificialmente dei batterii, ad ottenere in quantità questi veleni, ad isolarli e studiarne sperimentalmente la natura: così per la tetanina che provoca il tetano, per la tifotossina che genera il tifo, ecc.

Mentre ora affermiamo quest'azione *puramente chimica* ed affatto analoga a quella dei veleni anorganici che si era generalmente

ammessa nei batterii, ci piace rilevare in modo speciale come questa opinione affatto giustificata rappresenta una pura *ipotesi*, chiaro esempio del fatto che senza ipotesi noi non possiamo inoltrarci nella spiegazione dei più importanti fenomeni naturali. Della struttura molecolare chimica del plasma, anche applicando i massimi ingrandimenti, non si può veder nulla; questa sta molto al di là dei limiti della percezione microscopica. Tuttavia nessun competente dubita che essa sia presente e che i complicati movimenti dei sensibili atomi e delle molecole e gruppi di molecole da essi composti siano le cause delle grandiose trasformazioni che questi minimi organismi producono nei tessuti dell'uomo come in quelli di tutti gli organismi superiori.

Anche per la questione generale del concetto e della costanza della *specie* ha interesse la distinzione delle numerose forme di batterii. Mentre nel resto della biologia sistematica solo caratteri morfologici determinati, definibili differenze nella forma esterna del corpo o nell'interna struttura servono di norma per la distinzione delle specie, qui, per l'insufficiente determinatezza o per la mancanza di essi, devono essere prevalentemente utilizzate per ciò le proprietà fisiologiche, e queste sono basate sulle differenze chimiche fra le loro ipotetiche strutture molecolari. Ma anche queste non sono assolutamente costanti, che anzi molti batterii per prolungata coltura sotto variate condizioni di nutrizione perdono le loro proprietà specifiche. Variando la temperatura ed il substrato nutritivo sul quale molte specie di batterii vengono coltivate o impiegando certi agenti chimici si altera non solo il loro accrescimento e la loro moltiplicazione, ma anche l'azione nociva che essi, colla produzione di tossine, esercitano su altri organismi. Quest'azione venefica viene rafforzata od attenuata e quest'attenuazione può essere ereditariamente trasmessa alle generazioni seguenti. Su ciò riposa il notevole procedimento della vaccinazione od immunizzazione; segnalato esempio a favore della « eredità dei caratteri acquisiti ».

Batterii e funghi. — Poichè ancora oggidì i batterii vengono spesso considerati come funghi scissipari (schizomiceti) e vengono sistematicamente ascritti alla classe dei veri funghi, vogliamo ancora mostrare in modo speciale quale ampio intervallo separi questi due gruppi l'uno dall'altro. I veri funghi (*mycetes* o *fungi*) sono metafiti, il cui corpo pluricellulare (*thallus*) è formato da filamenti (ifi) molteplicemente ramificati ed intrecciati. Ciascun filamento è fatto di una serie di cellule allungate che posseggono una sottile membrana chitinosa e nel cui plasma incoloro sono inclusi molti piccoli nuclei. Inoltre le due sottoclassi dei veri funghi, gli ascomiceti ed i basi-

miceti, producono particolari corpi fruttificatori i quali generano le spore (ascodii e basidii). Nulla di tutti questi caratteri dei veri funghi si può rinvenire nei batterii. Tanto meno essi possono venir riuniti coi *fungilli*, coi cosidetti « funghi unicellulari » o ficomiceti (ovomiceti e zigomiceti); questi formano una speciale classe di protisti la quale è strettamente affine alle gregarine.

Cenobii di batterii. — Come le affini cromacee, anche molti batterii mostrano una spiccata tendenza a formare delle unioni sociali o « colonie cellulari ». Queste « società cellulari » sorgono qui come colà dal fatto che gli individui i quali per ripetuta divisione rapidamente si moltiplicano rimangono riuniti, il che può avvenire in due modi diversi. Se i batterii sociali secernono grandi quantità di gelatina e giaciono sparsi in essa, si ha la cosidetta *zooglea* (come in *Aphanocapsa* e *Gloeocapsa* fra le cromacee). Se invece i bacilli allungati restano riuniti in serie, si hanno i filamenti articolati di *Leptothrix* e *Beggiatoa* (paragonabili ad oscillarie). Se infine questi filamenti si ramificano, si hanno le *Cladothrix*. Altri cenobii di batterii appaiono come dischi pel fatto che i citodi (per solito in gruppi di quattro) seguitano a scindersi in un piano (come in *Merismopedia*), oppure come ammassi in forma di dado, se essi siano ordinati secondo tutte le tre direzioni dello spazio (*Sarcina*).

Batterii e protozoi. — Le due classi dei batterii e delle cromacee data la semplicità della loro organizzazione ci appaiono, almeno allo stato presente delle nostre conoscenze, come i più semplici fra tutti gli esseri viventi, come vere monere, organismi senza organi. Noi dobbiamo dunque porli all'infimo gradino del nostro regno dei protisti e non tenere la distanza fra essi e gli esseri unicellulari più differenziati (p. es. radiolari, ciliati, diatomee, sifonee) per minore di quella che nel regno degli istoni intercede fra un polipo inferiore (*Hydra*) ed un vertebrato o fra una semplice alga (*Ulva*) ed una palma. Se tuttavia si divide il regno dei protisti nel modo consueto e, seguendo l'antica norma, se ne distribuiscono le due metà nel regno animale e nel regno vegetale, allora, come unico carattere distintivo, non rimane che la forma opposta del *ricambio materiale;* allora noi dobbiamo collocare i batterii, come plasmofagi, nel regno animale (come fece già Ehrenberg nel 1838) e le cromacee (plasmodome) nel regno vegetale. La notevole classe dei *flagellati*, nella quale vengono riuniti gli esseri unicellulari dei due gruppi, i quali siano muniti di flagelli, contiene parecchie forme che non si distinguono dai batterii tipici che per la presenza di un nucleo. Se recentemente, in *alcuni*

protisti attribuiti ai batterii, si fosse constatata la presenza di un vero nucleo, questi dovrebbero essere separati dai rimanenti (anucleati) batterii, ed essere ascritti ai nucleati flagellati.

Rizomonere. — Quelle forme che io descrissi per la prima volta come monere nel 1866 e sulle quali nella mia monografia di esse (1868) io avevo fondato la « teoria delle monere » appartengono ad una divisione di protisti diversa da quella cui appartengono le due classi delle cromacee e dei batterii. Son queste le forme che io ho descritto col nome di *Protamoeba*, *Protogenes*, *Protomyxa*, ecc.; i loro nudi e mobili corpi plasmatici mandano, dalla superficie, mutevoli pseudopodi o falsipiedi come fanno i veri (nucleati) *rizopodi* (= sarcodini); si distinguono tuttavia molto essenzialmente da questi per la mancanza di nucleo. Più tardi (nella « Filogenia sistematica », vol. I, pag. 144) io ho proposto di separare questi « rizopodi anucleati » dagli altri e di designare quelli ameboidi forniti di pseudopodi lobiformi col nome di *lobomonere* e invece quelli simili alle *Gromia*, forniti di pseudopodii radiciformi, col nome di *rizomonere* (*Protomyxa*, *Pontomyxa*, *Biomyxa*, *Arachnula*, ecc.). Recentemente si è però constatata in *alcune* di queste monere maggiori la presenza di veri *nuclei* e perciò fu dimostrata la vera natura cellulare di esse; questa constatazione fu resa possibile dall'applicazione dei perfezionati metodi moderni di colorazione nucleare che trent'anni fa, quando io feci su esse le prime ricerche, non erano a mia disposizione. Ora, basandosi su queste nuove osservazioni, molti naturalisti hanno affermato che certamente *tutte* le monere da me descritte siano propriamente vere cellule e debbano avere un nucleo. Quest'affermazione infondata fu poi largamente utilizzata dagli avversari della teoria dell'evoluzione per negare addirittura l'esistenza di vere monere.

Protamoeba. — Di questo genere di monere io ho dato nella « Storia della Creazione naturale » (10ª ediz., pag. 433) una figura che fu spesso riprodotta; di esso esistono ancora oggidì più specie, almeno due o tre, che si possono distinguere dai loro lobi e dal loro modo di locomozione. Esse rassomigliano a comuni *amebe* semplici ed essenzialmente si distinguono da esse solo per la mancanza di nucleo. La *Protamoeba primitiva* sembra essere abbastanza diffusa; essa è stata ripetutamente trovata da parecchi osservatori degni di fede (Gruber, Cienkowski, Leidy, ecc.) in diverse acque dolci. Negli esercizi pratici di zoologia che io da quarant'anni ho tenuto ogni semestre nell'università di Jena, e nei quali regolarmente vengono sottoposti alla ricerca microscopica gli abitatori delle nostre acque dolci, la *Protamoeba primitiva* è stata occasionalmente trovata circa

cinque o sei volte; essa mostrava sempre la stessa natura già descritta, si moveva per lenta formazione di lobi alla superficie, si moltiplicava semplicemente per scissione ed anche l'accurato impiego dei moderni mezzi di colorazione nucleare non lasciava riconoscere nel suo omogeneo corpo protoplasmatico alcuna traccia di nucleo. Un grande numero di granuli minutissimi (microsomi) che erano irregolarmente sparsi nel plasma e sembravano colorarsi più o meno coi reagenti nucleari, non possono, più che in altri simili casi, essere considerati come equivalenti del nucleo; essi sono probabilmente prodotti del ricambio. Ciò vale anche per quella più grossa forma marina di rizomonere, che fu recentemente descritta da A. Gruber sotto il nome di *Pelomyxa pallida.*

Bathybius. — La grossa forma marina di rizomonere che Huxley aveva descritto nel 1868 sotto il nome di *Bathybius Haeckelii* e sulla cui vera natura si erano esposte differentissime opinioni, non sembra, da recenti ricerche, avere l'importanza che le si era attribuita. Per la nostra teoria delle monere e l'annessa ipotesi dell'*archigonia* (capitolo XV) la famosa questione del *Bathybius* è divenuta indifferente dopochè una più profonda conoscenza delle cromacee e dei batterii ci ha fatto comprendere rettamente queste molto più interessanti forme di monere.

Monere problematiche. — Per qualcuno dei protisti da me descritti nella « Monografia delle monere » rimane ancora dubbio se il loro corpo plasmatico includa o no un nucleo, se dunque essi si debbano considerare come vere cellule, oppure come citodi. Ciò è sopratutto vero per quelle forme che solo *una volta* vennero fortuitamente osservate, come *Protomyxa* e *Myxastrum.* In questi casi dubbii solo rinnovate ricerche coi moderni metodi di colorazione nucleare potranno illuminarci interamente, Del resto non voglio tralasciare di notare che questi famosi « metodi di colorazione nucleare » non hanno affatto quell'assoluta sicurezza che molti credono; infatti vi sono anche altre sostanze che si colorano in modo simile alla cromatina. Per la nostra « teoria delle monere », pel grande significato generale che noi attribuiamo a questi anucleati corpi plasmatici viventi, è indifferente che in quelle « monere problematiche » venga dimostrato o no un nucleo. Infatti le cromacee sole, le più importanti di tutte le monere, bastano perfettamente per dare una base al tutto soddisfacente alle vaste considerazioni sistematiche che noi colleghiamo con quella teoria.

Conseguenze della teoria delle monere. — Giunti al termine delle nostre considerazioni sulle monere vogliamo ancora una volta rica-

pitolare le importanti conseguenze che risultano dalla semplicità della loro struttura; tali conseguenze dànno salda base ad importanti proposizioni della nostra biologia monistica; esse sono inconciliabili coi concetti dualistici che le vengono opposti dal moderno vitalismo. Noi insistiamo anzitutto su ciò che l'amorfo corpo plasmatico delle semplici monere non ha ancora alcuna « organizzazione », non è ancora composto da parti differenti che cooperino ad un determinato scopo vitale. Le intelligenti « dominanti » di Reinke, ma anche i meccanici « determinanti » di Weismann, non han qui nulla che fare! Tutta l'attività vitale delle più semplici monere, sopratutto delle cromacee, si limita al loro ricambio; è dunque un processo puramente chimico, paragonabile alla *catalisi* delle combinazioni inorganiche. La semplice formazione di « individui » in questa primitiva « sostanza vivente » si limita al separarsi di sfere plasmatiche di grandezza determinata (*Chroococcus*) e la loro primitiva moltiplicazione (per semplice scissione) non è altro che accrescimento continuato (analogo a quello dei cristalli). Quando questo semplice *accrescimento* sorpassa una certa misura, determinata dalla costituzione chimica, esso conduce ad una conformazione indipendente dei prodotti superflui di accrescimento.

DECIMO CAPITOLO

NUTRIZIONE

Ricambio materiale e corrente di energia (metabolismo). Assimilazione e dissimilazione. — Plasmodomi e plasmofagi. Metafitismo. — Parasitismo.

« Se noi poniamo nel modo più generale possibile la domanda: quale sia stato il massimo progresso della fisiologia durante il secolo XIX, non sarebbe guari possibile che questa risposta: tale progresso sta nell'essersi consolidata la convinzione che negli esseri viventi non dominano forze essenzialmente diverse da quelle che reggono la natura inanimata. Solo per tale convincimento la fisiologia fu collocata sul fermo terreno dell'esatta ricerca della natura e sta fuori di ogni dubbio che appunto questo concetto ci mostra la causa essenziale del grande e significante sviluppo che ha preso la fisiologia durante la seconda metà dello scorso secolo, ed esso ci mostra pure come essa abbia tanto contribuito al progresso di tutta la biologia ed anche della medicina ».

ROBERT TIGERSTEDT (1902).

SOMMARIO DEL CAPITOLO DECIMO

Funzioni della nutrizione: Assimilazione e Dissimilazione. — Plasmodomi e plasmofagi. — Fitoplasma e zooplasma. — Plasmodomia delle piante. — Granuli clorofilliani e nitrobatterii. — Plasmofagia dei funghi e degli animali. — Metafitismo (inversione del ricambio). — Nutrizione delle monere (cromacee, batterii, rizomonere). — Nutrizione dei protofiti e metafiti (piante cellulari e piante vascolari). — Nutrizione dei metazoi. — Teoria della gastrea. — Sistema gastrocanale dei celenterii (gastreadi, spugne, cnidari, platodi). — Nutrizione dei celomari (digestione, circolazione, respirazione, escrezione). — Saprofitismo. — Parasitismo. — Simbiosi.

BIBLIOGRAFIA

Jakob Moleschott, 1852. *Der Kreislauf des Lebens.* Mainz. (La circolazione della vita).

Max Kassowitz, 1899. *Aufbau und Zerfall des Protoplasma* (Costituzione e distruzione del protoplasma). 1 vol. dell'*Allgemeinen Biologie*). Vienna.

Ernst Haeckel, 1872-77. *Studien zur Gastraea-Theorie* (Studi sulla teoria della gastrea). Primo schizzo nella *Philosophie der Kalkschwämme*, 1872. Vol. 1°, pag. 464-473.

Ludwig Rhumbler, 1898. *Physikalische Analyse von den Lebenserscheinungen der Zelle* (Analisi chimica dei fenomeni vitali delle cellule). *Archiv für Entwickelungs-Mechanik*, vol. VII.

Carl Voit, 1881. *Physiologie des allgemeinen Stoffwechsels und der Ernährung* (Fisiologia generale del ricambio e della nutrizione). Vol. VI dell'*Hermann's Handbuch der Physiologie.* Lipsia.

Ernst Pflüger, 1875. *Ueber die physiologische Verbrennung in den lebendigen Organismen* (Sulla combustione fisiologica negli organismi viventi). *Pflüger's Archiv.* Bonn.

Wilhelm Engelmann, 1881-1895. *Die Erscheinungsweise der Sauerstoff-Ausscheidung pflanzlicher und thierischer Organismen* (Il modo di manifestarsi dell' emissione d'ossigeno negli organismi vegetali ed animali). *Pflüger's Archiv*, vol. 25° e *Onders physiol. Lab.* Utrecht.

Julius Sachs, 1882. *Vorlesungen über Pflanzen-Physiologie* (Lezioni di fisiologia vegetale). Lipsia.

Wilhelm Pfeffer, 1882. *Pflanzen-Physiologie* (Fisiologia vegetale). 2 volumi. Lipsia.

Ernst Haeckel, 1894. *Systematische Phylogenie der Protisten und Pflanzen* (Filogenia sistematica dei protisti e delle piante). Berlino.

Rudolf Leuckart, 1879. *Allgemeine Naturgeschichte der Parasiten* (Storia naturale generale dei parasiti). Lipsia.

Franz Wagner, 1902. *Schmarotzer und Schmarotzerthum in der Thierwelt* (Parasiti e parasitismo nel regno animale). Lipsia.

Oscar Hertwig, 1883. *Die Symbiose* (La simbiosi). Jena.

Nutrizione e ricambio materiale. — Quella meraviglia della vita che noi chiamiamo, nel più vasto senso della parola, *nutrizione*, procura, come scopo essenziale, la conservazione dell'individuo organico. A questa si connette in generale una trasformazione chimica della sostanza vivente, un « ricambio organico » di materia ed un corrispondente « ricambio di energia ». In questo processo chimico si consuma del plasma ed altro plasma viene formato e nuovamente trasformato. Il *ricambio di sostanza* (metabolismo) che sta a base di questo chimismo trofico è ciò che v'ha di più essenziale nei multiformi processi della nutrizione o trofesi. Gran parte dei singoli processi della nutrizione si spiega senz'altro colle note proprietà fisiche e chimiche dei corpi naturali anorgici; per un'altra parte di essi ciò non è finora riuscito. Frattanto tutti i fisiologi scevri di preconcetti ritengono ora concordemente che ciò è *a priori* possibile e che l'ammettere una speciale forza vitale sia a tal uopo superfluo; tutti i processi trofici sono, senza eccezione, soggetti alla legge della sostanza.

Funzioni della nutrizione. — In tutti i vegetali ed animali superiori il processo chimico del ricambio di materia colla relativa corrente d'energia è un'attività vitale estremamente complessa, per la quale diverse funzioni ed organi cooperano al comune scopo della propria conservazione. Queste funzioni si distribuiscono, per solito, in quattro gruppi principali, cioè: 1° presa dell'alimento e *digestione;* 2° distribuzione delle sostanze nutritizie nel corpo o *circolazione;* 3° *respirazione* o scambio dei gas; 4° *escrezione* di materie inutilizzabili. Nel più degli *istoni*, tanto metafiti che metazoi, molti organi diversi si sono differenziati per eseguire questi lavori. Ai più bassi gradini questa divisione di lavoro manca ancora e tutto quanto il processo della nutrizione viene operato da un semplice strato di cellule (alghe superiori, gastreadi, spugne, polipi inferiori). Nei protisti è poi una singola cellula, quella che cura da sola tutti questi

lavori; nel caso più semplice, nelle monere, è un'omogenea sfera di plasma. Poichè una lunga catena collega continuatamente queste semplicissime forme della trofesi con quelle forme complicate ci è permesso di considerare queste ultime, tanto quanto le prime, come processi fisico-chimici.

Assimilazione e dissimilazione. — Se si considerano nel loro insieme tutti i processi del ricambio organico, essi si possono concepire come il risultato di due processi chimici opposti: da un lato *costruzione* di sostanza vivente coll'assimilazione di sostanze nutritizie, dall'altro lato *distruzione* di essa in seguito alla sua opera vitale (dissimilazione). Poichè in tutti i casi il *plasma* rappresenta la « sostanza vivente » attiva, si può anche dire: l'*assimilazione* (o produzione di plasma) consiste in ciò che il nutrimento introdotto dall'esterno entro l'organismo viene trasformato nello speciale plasma della relativa specie; la *dissimilazione* (la distruzione di plasma) è la conseguenza del lavoro eseguito dal plasma, il quale è collegato con parziale scomposizione e dissoluzione di esso. Sotto entrambi questi aspetti v'è una notevole opposizione fra i due grandi regni della natura organica. In complesso il regno vegetale cura sopratutto l'assimilazione, formando nuovo plasma a spese delle sostanze anorganiche per via di sintesi e di riduzione. Invece nel regno animale predomina la dissimilazione, il plasma introdotto venendo scomposto coll'ossidazione e trasformandosi in calore e movimento l'energia attuale così acquistata per via di analisi. Le piante sono plasmodome, gli animali sono plasmofagi.

Plasmodomi e plasmofagi. — Fra tutti i processi chimici quello che è più importante per l'origine e la conservazione della vita organica, perchè è il più indispensabile, è la continua *neoformazione di plasma;* noi la chiamiamo *plasmodomia* (da *domeo* = io fabbrico), ovvero « assimilazione del carbonio ». I botanici si sono ultimamente abituati a chiamarla, per brevità, assimilazione, cagionando in tal modo molti malintesi. Infatti il concetto più vasto e molto più antico di « assimilazione », originariamente nella fisiologia animale significa nel più vasto senso appropriazione ed elaborazione di nutrimento preso dal di fuori. Ma l'assimilazione del carbonio delle piante, la nostra plasmodomia, è solo il primo ed originario modo della formazione di plasma; essa riposa su ciò che la pianta è in grado di formare per via di sintesi e riduzione da semplici combinazioni anorganiche (dall'acqua, acido carbonico, acido nitrico ed ammoniaca), sotto l'influsso della luce solare degli idrati di carbonio e di formare

con questi del nuovo plasma. Gli animali non sanno quest'arte, essi devono ricavare colla nutrizione il plasma da altri organismi, gli erbivori direttamente, i carnivori indirettamente. Questo « mangiar plasma », che è proprio degli animali, noi lo chiamiamo *plasmofagia*. L'animale elaborando il plasma estraneo che ha mangiato, e trasformandolo nel suo proprio plasma specifico, esercita parimente l'assimilazione, ma quest'assimilazione animale di albumina è totalmente diversa da quell'assimilazione vegetale del carbonio. Il plasma animale nuovamente formato viene poi scomposto per ossidazione, e da quest'analisi viene ricavata l'energia attuale per i movimenti animali.

Fitoplasma e zooplasma. — Il contrasto fisiologico che nasce in tal modo fra le due specie principali della sostanza vivente » fra il sintetico plasma delle piante e l'analitico plasma degli animali è di massima importanza per il costante mantenimento di tutto il mondo organico; esso dipende da una inversione del moto molecolare del plasma, che nella sua vera essenza ci è ancora altrettanto ignoto come in generale la costituzione chimica delle albumine ed in particolare quella dell'« albumina vivente » del plasma. Come abbiamo ricordato nel 5° capitolo, la chimica moderna ammette con buon fondamento che l'invisibile molecola d'albumina è relativamente gigantesca e si compone di più di mille atomi. Questi si trovano in un equilibrio così labile, e sono disposti in modo così intricato ed incostante che il più piccolo urto o stimolo vale a modificarlo ed a formare una nuova sorta di plasma. Di fatto il numero delle specie di plasma è infinitamente grande ed infinitamente variabile; lo dimostra già da solo il fatto ontogenetico che l'ovocellula e la spermatocellula di ciascuna specie (e di ciascuna varietà!) hanno la loro costituzione chimica specifica; questa nella riproduzione viene trasmessa in eredità ai discendenti. Tuttavia, se noi facciamo astrazione da queste innumerevoli minute modificazioni, noi possiamo in generale distribuire tutte le specie di plasma in questi due gruppi principali: il *fitoplasma delle piante* col potere sintetico della plasmodomia, ed il *zooplasma degli animali* che non sa quest'arte e perciò è costretto alla plasmofagia.

Plasmodomia delle piante. — Quel rimarchevole processo sintetico della formazione di plasma che noi chiamiamo plasmodomia od « assimilazione del carbonio » richiede, per solito, come prima condizione, l'« energia raggiante » della luce solare. Ogni cellula verde vegetale racchiude nei suoi piccoli granuli clorofilliani i piccoli laboratorii, il

cui verde plasma, sotto l'influenza della luce, è in grado di formare nuovo plasma a spese di semplici combinazioni anorganiche. L'acqua necessaria a ciò, insieme colle combinazioni azotate (acido nitrico, ammoniaca), viene ricavata dal suolo per mezzo delle radici; l'acido carbonico, invece, viene ricavato per opera delle foglie verdi dell'aria. Il primo prodotto di questa sintesi, nato per scissione dell'acido carbonico, è per solito l'*amido*, il quale non è azotato; ulteriormente, per un processo sintetico ancora ignoto, e coll'utilizzare combinazioni minerali azotate, esso viene impiegato per la composizione dell'azotata albumina. In questo *processo di riduzione* l'ossigeno liberatosi viene emesso all'esterno. Gli idrati di carbonio che prestano in ciò prevalente cooperazione sono glucosii e maltosii; le sostanze minerali sono sopratutto sali di potassa e magnesia, combinazioni di potassio e magnesio con acido nitrico, acido solforico ed acido fosforico. Anche del ferro viene in tal occasione introdotto, quale importantissimo costituente, sebbene solo in minima quantità. Per regola solo la clorofilla, che contiene ferro, può, coll'aiuto di ondulazioni luminose dell' etere, formare nuovo plasma. La parte più attiva dello spettro è a tal uopo quella dei raggi rossi, ranciati e gialli.

Plasmodomia dei granuli di cromofilla (cloroplasti). — La fonte principale del plasma è per il mondo organico la fotosintesi, la comune assimilazione del carbonio per mezzo della clorofilla, quella mirabile sostanza colorante, la quale non forma che una piccola parte in peso (circa $^1/_{10}$ per cento) del granulo clorofilliano, e che con diversi solventi può essere separata dalla sua sostanza plasmatica fondamentale. Anche se la pianta ha un colore diverso dal verde, la clorofilla è tuttavia la vera sostanza plasmodoma; allora il suo colore vero è solo nascosto da un altro colore: diatomina nelle diatomee gialle, ficorodina nelle rosse rodoficee, ficofeina nelle brune feoficee, ficociano nelle glauche cromacee o cianoficee. Queste ultime sono importanti per noi, perchè qui nel caso più semplice (*Chroococcus*) l'intero organismo non è altro che un granulo sferico di plasma colorato in verde-azzurrognolo. Ma anche fra le più semplici forme dei *protofiti* nucleati (*algariae*), molte cosidette « alghe unicellulari », il ricambio incombe ancora ad un solo granulo di clorofilla. Di questi ve n'ha per solito nel plasma delle cellule vegetali una gran quantità.

Plasmodomia dei nitrobatterii. — In modo affatto aberrante dalle solite specie di plasmodomia per mezzo della clorofilla e della luce solare si comporta un'altra specie di sintesi del plasma che solo recentemente (da Heraeus, Winogradsky ed altri) fu scoperta in certi organismi di infimo ordine. I cosidetti *nitrobatterii* o nitromonadi sono

piccole monere (cellule primitive senza nucleo) che vivono affatto allo scuro, sotterra. I loro corpi plasmatici sferici, incolori, non contengono nè clorofilla nè nucleo; essi hanno la curiosa proprietà di formare per mezzo d'una particolare sintesi da combinazioni puramente inorganiche (acqua, acido carbonico, ammoniaca e acido nitrico) degli idrati di carbonio e di formare, a spese di questi, del plasma, nel quale processo dall'ammoniaca si forma per ossidazione acido nitroso, e da questo dell'acido nitrico. Questa assimilazione del carbonio compiendosi per via puramente chimica fu chiamata dal Pfeffer chemosintesi in contrapposto alla solita fotosintesi che avviene per mezzo della luce solare. Del resto anche altri batterii (i batterii sulfurei, purpurei ed altri) si distinguono per proprietà affatto aberranti del ricambio. I nitrobatterii devono appartenere alle più antiche monere e stabilire un passaggio dalle vegetali cromacee ai batterii animali.

Plasmofagia dei funghi. — La ricca classe dei funghi (*fungi* o *mycetes*) si comporta per ciò che riguarda il ricambio in modo simile ad una parte dei batterii. Questi organismi sono bensì considerati generalmente come piante; essi tuttavia non hanno la proprietà delle piante verdi, clorofillose, di ricavare il loro carbonio dall'aria atmosferica, ma invece essi lo devono trarre, come gli animali, da sostanze organiche. albumina, idrati di carbonio, ecc. Però mentre gli animali devono trarre da queste l'azoto di cui hanno bisogno, i funghi lo possono ricavare anche dalle combinazioni anorganiche del terreno. È vero che i funghi, senza combinazioni organiche, non si possono mantenere; si possono però far crescere in una soluzione nutritizia la quale, oltre a zuccaro, contenga unicamente sali anorganici azotati. Essi stanno dunque sul limite fra le plasmodome piante ed i plasmofagi animali. Come questi ultimi, i funghi sono nati primitivamente dai vegetali per mutato modo di nutrizione. Già fra gli unicellulari protisti noi troviamo questo processo nei ficomiceti i quali derivano dalle sifonee. Così pure i neri funghi pluricellulari (ascomiceti e basimiceti) si devono far derivare da alghe pluricellulari.

Plasmofagia degli animali. — Tutti i veri animali devono ricavare il loro nutrimento dal regno vegetale, gli erbivori direttamente, i carnivori indirettamente col mangiare gli erbivori. Gli animali sono dunque in certo modo, come diceva già cent'anni fa l'antica filosofia naturale: « parasiti del regno vegetale ». Riguardo alla filogenesi è dunque indubbio che *il regno animale è molto più recente che non il regno vegetale*. L'origine di quello da questo dipende dunque primitivamente solo da quella modificazione del modo di nutrizione che noi abbiamo chiamato metafitismo (*Filogenia sistematica*, 1894, vol. I, pag. 44).

Metafitismo (*Inversione del ricambio*). — La trasformazione chimica della sostanza vivente che è collegata colla perdita della plasmodomia, o, con altre parole, la trasformazione del fitoplasma riducente in ossidante zooplasma, deve dunque essere considerata come uno dei più importanti processi che si siano compiuti durante la storia organica della terra. Quest'importante « inversione del ricambio » è *polifiletica;* essa, nel corso della filogenesi, si è spesso ripetuta e si è prodotta indipendentemente in diversissimi gruppi del mondo organico, cioè, ogni volta che una cellula od un gruppo di cellule (tessuto) dotati di plasmodomia trovò l'occasione di assumere direttamente del plasma già preparato e di assimilarlo, invece di darsi la pena di costruirlo da combinazioni anorganiche. Ciò ci appare sopratutto evidente, fra i protisti, nelle cellule flagellate indipendenti. I *flagellati* plasmofagi che sono più recenti sono incolori e privi di clorofilla (monadini, conoflagellati), essi, nella forma e nel movimento, rassomigliano ancora interamente ai plasmodomi *mastigoti*, più antichi e provvisti di clorofilla (volvocini, peridinii), dai quali essi derivano; il solo modo di nutrizione è differente. I flagellati incolori mangiano plasma formato che essi introducono nel loro corpo cellulare o coll'aiuto dei loro flagelli o per una speciale bocca cellulare. Invece i loro progenitori, i verdi o gialli mastigoti, fabbricano nuovo plasma per fotosintesi, come le vere piante. Vi sono però anche forme che fanno il perfetto passaggio fra i due gruppi, per es., le crisomonadi ed i gimnodinii; questi possono comportarsi alternatamente ora come protozoi, ora come protofiti. Similmente noi possiamo considerare derivati per metafitismo i ficomiceti dalle sifonee, i funghi dalle alghe; infine lo stesso processo si ripete in molte piante parasite superiori (orchidee, orobanche, ecc.). (Vedi più oltre: *Parasitismo*).

Nutrizione delle cromacee. — Come per tutte le altre attività vitali, così anche per la funzione del ricambio, il primo punto di partenza è dato dal più basso e semplice gruppo di protofiti, dalle cromacee. Nelle forme più antiche e semplici di esse, nelle croococcacee, tutto quanto il corpo non è altro che un granulo sferico, glauco di plasma privo di strutture, il quale cresce in virtù della sua plasmofagia, e dopochè, coll'accrescimento, ha raggiunto una certa grandezza, si divide. Il *miracolo della vita* si riduce realmente al processo chimico della *plasmodomia* per fotosintesi; la luce solare rende il glauco fitoplasma atto a costruire, a spese dell'acqua, acido carbonico, ammoniaca, acido nitrico, nuovo plasma della stessa specie: noi possiamo considerare questo processo come una forma speciale di *catalisi.* Invece per le « dominanti », per le « forze vitali intelligenti ed agenti

conformemente allo scopo » di Reinke non v'ha qui posto alcuno. Poichè in questi « organismi senz'organi » non si sono ancora differenziate fisiologicamente diverse funzioni, nè morfologicamente diverse parti del corpo, così la loro unica funzione vitale, l'*accrescimento*, può benissimo paragonarsi al semplice accrescimento dell'anorgico cristallo.

Nutrizione dei batterii. — Fu già ripetutamente notato che quelle rimarchevoli monere che hanno ora, quali batterii, tanta importanza biologica per molti rispetti, sono estranee ai soliti fenomeni vitali degli organismi superiori. Ciò vale sopratutto pel loro ricambio il quale mostra peculiarità molto varie e spiccate. Morfologicamente molti batterii non si possono separare dalle affini cromacee, loro diretti progenitori, da cui sono diversi solo per la mancanza di materia colorante nel plasma; molti sono semplici granuli di plasma sferici, elissoidi o bacillari senza visibile organizzazione e movimento. Altri si muovono per mezzo di uno o più finissimi flagelli (come flagellati). Nel loro amorfo corpo plasmatico non si può constatare la presenza di un vero nucleo. Minutissimi granuli che si trovano in alcune specie, vacuoli che si trovano in altre possono venir considerati come prodotti del ricambio, come pure la sottile pellicola avvolgente, od il più spesso invoglio gelatinoso che secernono molti batterii. Tanto più strana è la differenza della loro costituzione chimica e del relativo ricambio: i nitrobatterii sopra ricordati sono plasmodomi; i batterii anaerobii (quelli dell'acido butirico, del tetano) non prosperano se non si escluda l'ossigeno; i batterii sulfurei (*Beggiatoa*) secernono vero solfo in forma di granuli tondi (per ossidazione di idrogeno solforato). I batterii del ferro producenti ruggine (*Leptothrix ochrocea*) fabbricano ossidoidrato di ferro per ossidazione di carbonato di ferro. I batterii saprogeni producono putrefazione, i zimogeni fermentazione. Finalmente hanno massimo interesse i batterii patogeni i quali secernendo speciali veleni (tossine) provocano le più pericolose malattie, purulenza, carbonchio, tetano, difterite, tifo, tubercolosi, colèra, ecc. Per la loro straordinaria importanza pratica questi numerosi batterii sono divenuti recentemente, come è noto, oggetto di un ramo speciale della biologia, la batteriologia. Ma pochi fra i numerosi naturalisti che si occupano di essi a fondo hanno rilevato la grande importanza teorica che hanno queste *zoomonere* per molte questioni importanti di *biologia generale.* Sopratutto questi corpi plasmatici amorfi mostrano indubbiamente che la loro attività vitale è un processo puramente *chimico;* la loro grande molteplicità mostra quanto diversa possa essere già in questi semplici organismi la complicata *struttura molecolare* del plasma.

Nutrizione dei protozoi. — Mentre gli unicellulari protofiti mostrano già la stessa forma di ricambio e di plasmodomia come le solite cellule verdi dei metafiti, noi troviamo invece nel più dei protozoi speciali condizioni di nutrizione e di plasmofagia. La grande classe dei *rizopodi* si distingue per ciò che il nudo corpo plasmatico di questi può da tutta la sua superficie assumere nutrimento solido. Invece il più degli *infusori* hanno già una determinata apertura boccale nella parete esterna del loro corpo unicellulare, talora anche un tubo faringeo. Oltre a questa bocca cellulare (*Cytostoma*), v'ha per solito una seconda apertura per l'emissione delle materie indigeribili, un ano cellulare (*Cytopyge*).

Nutrizione dei metafiti (*vegetali con tessuti*). — Il ricambio dei *metafiti* presenta una lunga scala di disposizioni che dalle semplicissime va alle molto complicate. Gli infimi e più antichi *tallofiti*, sopratutto le più semplici alghe, sono ancora vicinissimi ai cenobii dei protofiti e, come questi, non sono essenzialmente altro che società cellulari di conformazione determinata. Le cellule sociali che formano il tessuto più primitivo sono ancora affatto omogenee, senz'altro differenziamento che quello sessuale. Il *tallo* risulta nel caso più semplice da fini filamenti semplici o ramificati, composti di serie o catene di cellule omogenee (così *Conferva* fra le alghe verdi, *Ectocarpus* fra le brune, *Callithamnion* fra le rosse). Altri fuchi, per es., *Ulva*, formano sottili talli foliacei pel fatto che le molte cellule omogenee giaciono l'una presso l'altra in una superficie. Nelle alghe maggiori si formano già compatti corpi di tessuti, nei quali spesso più salde serie di cellule rappresentano già principii di fasci conduttori; inoltre il tallo si divide già qui, come nei cormofiti, in radice, fusto e foglie. Poi nasce già anche un differenziamento trofico pel fatto che i fasci conduttori assumono nella nutrizione funzioni speciali (trasporto dei succhi).

Lo stesso vale anche pei *muschi* (*Bryophyta*); le loro forme infime (*Ricciadinae*) si rannodano ancora strettamente alle alghe; i muschi più elevati (per es., *Mnium*, *Polytrichum*) si avvicinano già ai cormofiti. Molti botanici riuniscono insieme queste piante inferiori: alghe, funghi e muschi, sotto il concetto di *piante cellulari* (*Cytophyta*) e contrappongono ad esse le superiori, felci e fanerogame, sotto il nome di *piante vascolari* (*Angiophyta*) perchè queste hanno vasi o fasci conduttori sviluppati.

Questa contrapposizione ha un senso filogenetico simile a quello che ha nel regno animale la divisione in *animali inferiori* (*Coelenteria*) e *superiori* (*Coelomaria*).

Nutrizione delle piante vascolari (*Angiophyta*). — Mentre la maggior parte delle piante cellulari o abitano nell'acqua (alghe) o per la loro vita saprofitica e parasitica hanno un'organizzazione molto semplice (funghi), le piante vascolari sono invece per la massima parte terrestri ed han dovuto adattarsi a condizioni di vita molto più complesse. Perciò la loro nutrizione si è divisa in diverse funzioni e per queste si sono sviluppati organi speciali. Ciò vale tanto per le *felci* (*Pteridophyta*) fra le crittogame come per le *fanerogame* (*Anthophyta*). Il più importante dei nuovi acquisti, pei quali entrambe si distinguono dalle piante cellulari, è il possesso di fasci vascolari o fasci conduttori. Questi organi destinati alla conduttura dell'acqua attraversano l'intero corpo delle piante vascolari in forma di lunghi tubi che sono nati dalla fusione di filze di cellule; le cellule stesse sono morte, il loro contenuto plasmatico è scomparso. La corrente acquosa che in questi tubi sale continuamente viene introdotta per mezzo delle radici, condotta dai vasi in tutte le parti ed emessa dai meati delle foglie (correnti di traspirazione). Inoltre i meati servono ancora per la respirazione delle piante, poichè essi stanno in comunicazione coi canali o spazii intercellulari pieni d'aria; da queste cavità aeree che servono all'aerazione del corpo delle piante superiori può uscire aria atmosferica e vapor acqueo, ma può anche, nella respirazione, essere introdotto ossigeno. Finalmente molte piante vascolari hanno ancora speciali ghiandole che servono alla secrezione di olio, resina, ecc. Nelle fanerogame superiori nasce in tal modo, per divisione di lavoro dei diversi organi della nutrizione, un apparato nutritore molto complicato. Fra le molte notevoli disposizioni che qui per l'adattamento a speciali condizioni di vita si sono sviluppate risultano soprattutto gli organi per la presa e la digestione di insetti nelle piante carnivore, nelle nostre *Drosera* ed *Utricularia* e nei tropicali *Nepenthes* e *Dionaea*.

Nutrizione dei metazoi (*Metazoa*). — La lunga serie ascendente di forme che ci si presenta nei metazoi ci conduce ininterrottamente da funzioni molto semplici ad altre molto complicate con corrispondente formazione di organi. Le due divisioni principali dei metazoi si distinguono soprattutto per ciò che negli *animali inferiori* (*Coelenteria*) un solo sistema organico, il sistema gastrocanale, compie da solo od almeno in massima parte tutte le funzioni speciali della nutrizione; negli *animali superiori* (*Coelomaria*) queste funzioni sono invece distribuite per lo più fra quattro diversi sistemi organici ed ognuno di questi risulta da una quantità di organi. In ciascuna suddivisione maggiore si sono qui in parte nuovamente sviluppati carat-

teristici tipi di struttura. Tuttavia l'ontogenia comparata ci mostra che tutte queste molteplici disposizioni si sono svolte da una stessa semplice forma fondamentale come ho mostrato nella mia « Teoria della gastrea ».

Teoria della gastrea (1872). — Le antiche ricerche sull'origine dell'apparato nutritore dei metazoi, e specialmente della parte più importante di esso che è il canale digerente, avevano condotto all'erroneo concetto che esso in varii gruppi di metazoi dovesse la sua origine a diversissimi modi di accrescimento e che esso soprattutto nei vertebrati superiori (amnioti) fosse un prodotto relativamente tardivo di sviluppo. In opposizione a tale concetto i miei studii comparati sull'ontogenesi di animali inferiori e superiori mi avevano condotto già 35 anni sono alla convinzione che un semplice sacco intestinale fosse invece il primo e più antico organo di tutti i metazoi e che tutte le diverse forme di esso si siano svolte da questa forma primitiva comune. Io ho espresso questa veduta fin dal 1872 nella mia « Biologia delle spugne calcari » (vol. I, pag. 46) e l'ho poi ulteriormente svolta e documentata nei miei « Studii sulla teoria della gastrea » (1873); in questa ho anche sviluppato le importanti conseguenze che risultano da questa riforma unitaria della teoria dei foglietti germinativi a vantaggio della classificazione naturale filogenetica del regno animale. Io partii dall'esame della più semplice spugna (*Olynthus*) e del più semplice celenterato (*Hydra*). L'intero corpo di questi infimi ed antichissimi metazoi non è essenzialmente altro che un sacco stomacale sferico, ovale o cilindrico, un sacco digerente, la cui sottile parete risulta da due semplici strati cellulari. Lo strato cellulare esterno (*Ectoderma* o foglietto cutaneo) è lo strato di rivestimento che forma l'esterna epidermide; incombono ad esso la sensitività ed il movimento. Lo strato cellulare interno (*Entoderma* o foglietto intestinale) serve invece alla nutrizione; esso tappezza la semplice cavità del sacco che per la sua apertura introduce il nutrimento e lo digerisce. Quest'apertura è la bocca primitiva (*prostoma* o *blastoporo*), la cavità interna è l'intestino primitivo (*Progaster* od *Archenteron*). Dimostrai pure la stessa costituzione nei giovani embrioni e larve di molti animali inferiori e mostrai che anche le forme embrionali molteplici ed apparentemente molto diverse di tutti gli animali superiori si devono ricondurre alla medesima forma primitiva comune. Io chiamai quest'ultimo germe caliciforme o larva intestinale (*Gastrula*) e conclusi, seguendo la legge biogenetica fondamentale, che essa è la ripetizione palingenetica conservatasi per eredità fino ad oggi di una corrispondente forma di progenitori (*Gastraea*). Solo

più tardi (1895) venne scoperto da Monticelli un gastreade moderno (*Pemmatodiscus*) che è interamente uguale a quell'ipotetica forma di progenitori (*Antropogenia*, 5ª ediz., pag. 551, fig. 287). Le più semplici forme tuttora viventi di spugne (*Olynthus*) e di cnidari (*Hydra*) si distinguono dalla forma ipotetica primitiva della gastrea per alcuni caratteri secondarii, acquisiti più tardi.

Sistema gastrocanale dei celenterii. — Le classi degli animali inferiori che noi comprendiamo sotto il nome di *celenterii* (o di celenterati intesi nel più ampio significato) concordano in ciò che tutte le funzioni della nutrizione sono esclusivamente, o almeno in massima parte, compiute da un unico sistema di organi, il *sistema gastrocanale* o *gastrovascolare*. Dal ceppo comune di essi, dai gastreadi, si sono sviluppati tre diversi tronchi: le spugne, i cnidari ed i platodi. Sono comuni a tutti questi celenterii i caratteri seguenti: I. Il canale intestinale ha un'unica apertura, la bocca primitiva, la quale in pari tempo serve all'introduzione del cibo ed all'espulsione delle materie indigeribili; manca ancora un ano. II. Manca ancora una speciale cavità del corpo (*coeloma*) separata dal canal digerente. III. Così pure manca interamente un sistema circolatorio. Tutte le cavità che si trovano ancora nel corpo di questi celenterii, oltre alla cavità digerente intestinale sono diretti prolungamenti o continuazioni di essa (eccettuati solo i nefridii dei platodi).

Sistema gastrocanale delle spugne. — Mentre nel gruppostipite dei gastreadi il semplice intestino primitivo cura da solo la nutrizione, negli altri celenterii si aggiungono ancora ad esse altre disposizioni. Il singolare tipo delle spugne si distingue per ciò che la parete della vescichetta stomacale è perforata da molti piccoli buchi. Per questi entra una corrente d'acqua nel corpo portando con sè le piccole particelle di nutrimento le quali sono prese e digerite dalle cellule flagellate dell'entoderma; per l'apertura boccale (*osculo*) l'acqua esce di nuovo fuori. Il più noto esempio di spugne ce lo fornisce la comune spugna da bagno (*Euspongia officinalis*), il cui scheletro corneo ripulito ci serve quotidianamente per lavare. In questa, come nel più delle spugne, il corpo massiccio, d'aspetto irregolare, è attraversato da molti canali ramificati ai quali si attaccano migliaia di piccole vescicole nate per moltiplicazione della semplice vescicola intestinale della spugna primitiva (*Olynthus*). Ciascuna di queste piccole « camere ciliate » è propriamente una piccola gastrea, una « persona » di forma semplicissima (cfr. capit. 7, pag. 149); si può dunque considerare l'intero corpo delle spugne come una *colonia* (*cormo*) *di gastreadi*.

Sistema gastrocanale dei cnidari. — Il ricco tipo dei *cnidari* ci presenta una lunga serie di stadii evolutivi da forme molto piccole e semplici, fino a forme molto grosse e complicate. Poche rimangono ad un livello così basso come il nostro comune polipo verde d'acqua dolce (*Hydra viridis*), il quale si distingue dalla gastrea solo per alcuni differenziamenti di tessuti, come pure per la presenza di una corona di tentacoli attorno alla bocca. Il più dei polipi formano colonie (*cormi*)

pel fatto che in essi la singola « persona » mette delle gemme e queste rimangono attaccate all'individuo materno. In questi, come in tutti gli animali coloniali, la nutrizione è comunistica; ogni nutrimento, che i singoli individui assumono e digeriscono, viene condotto per via di tubi nella massa coloniale comune ed equamente distribuito. In tutti i cnidari maggiori la parete del corpo si inspessisce e viene attraversata da gastrocanali ramificati; questi portano il fluido nutriente a tutte le parti del corpo. (« Forme artistiche della natura », tav. 8-98).

Sistema gastrocanale dei platodi (K. F. 75). — Mentre la forma fondamentale della « persona » nei cnidari rimane raggiata (determinata dalla corona di tentacoli che circondano la bocca), essa nei *platodi* o « vermi piatti » (*platodes, plathelminthes*) diventa bilaterale. Anche in questo tipo animale le forme infime, i *platodari* (detti anche *criptoceli* od *aceli*) restano ancora molto vicini alla gastrea. Ma il più dei platodi si distinguono dai rimanenti celenterii per il possesso d'un paio di nefridii (canali renali o vasi acquiferi), tenui tubi che devono, quali organi escretori, eliminare dal corpo i prodotti inutilizzabili del ricambio, l'urina. Così al primo organo della nutrizione, tubo intestinale, se ne aggiunge un secondo. Il tubo intestinale nei platodi inferiori si conserva ancora molto semplice; per lo più si sviluppa, per introflessione della bocca, una faringe, come nei coralli, e, come in questi, nei turbellari e trematodi maggiori si producono dallo stomaco dei canali ramificati che conducono il succo nutritivo dallo stomaco alle più remote parti del corpo. Il canale digerente si atrofizza invece completamente nei vermi nastriformi o cestodi; poichè questi parassiti soggiornano nell'intestino od in altre parti del corpo dei loro ospiti, essi possono ricavare il loro nutrimento direttamente dai succhi di essi per la superficie del corpo.

Nutrizione dei celomari (*Bilaterata*). — Gli animali superiori o *celomari*, di più elevata organizzazione, si distinguono dai semplici celenterii soprattutto per la molto maggiore complessità della struttura e del funzionamento del loro apparato di nutrizione. Per solito le funzioni di esso si distribuiscono qui fra quattro gruppi di organi, i quali nei celenterii non sono ancora distinti, cioè: I. Organi digerenti (sistema intestinale); II. Organi circolatorii (sistema dei vasi sanguigni); III. Organi respiratorii (sistema respiratorio), e IV. Organi secretorii (sistema renale). Inoltre il canale digerente nei celomari ha per solito due aperture: bocca ed ano. Infine si trova in generale nei celomari una speciale *cavità del corpo* (*coeloma*); questa è completamente separata dal canale digerente che sta sospeso in essa e serve alla produzione di cellule sessuali; essa si forma nell'embrione pel fatto che un paio di sacchi (tasche celomiche) presso alla bocca primitiva si evaginano e si staccano dall'intestino; le due tasche si toccano e si fondono insieme pel dissolversi della loro parete divisoria; se parte di questo tramezzo permane, essa serve, quale *mesenterio*, a fissare l'intestino alla parete del corpo. Questi quattro gruppi di organi della nutrizione si comportano ancora in modo molto semplice negli infimi e più antichi celomari, i *vermalia;* invece nei rima-

nenti tipi animali superiori che noi facciamo derivare da essi, quei gruppi di organi mostrano disposizioni molteplicemente diverse e spesso complicate.

Organi digerenti dei celomari. — Nella gran maggioranza dei celomari il sistema intestinale costituisce un apparato molto differenziato il quale è composto, come nell'uomo, da molti organi diversi. Il cibo viene per lo più introdotto per la bocca e sminuzzato da mandibole o denti, rammollito colla saliva secreta dalle ghiandole salivari della cavità boccale. Da quest'ultimo la poltiglia nutritiva passa, per inghiottimento, nella faringe, la quale ha spesso dagli annessi ghiandolari, e di lì per lo stretto esofago, nello stomaco. Questa parte importante dell'apparato digerente è spesso divisa in più sezioni, una delle quali (stomaco masticatore) è armata di denti ed è adatta allo sminuzzare ulteriormente i bocconi, mentre un'altra (stomaco ghiandolare) fornisce il succo stomacale solvente. Ora la poltiglia nutritiva semifluida (chilo) passa nell'intestino tenue (ileo) che vale ad assorbirla e che per solito costituisce la porzione più lunga del tubo intestinale. Nel tenue sboccano ghiandole digestive svariatissime; la più importante di esse è il fegato. L'intestino tenue è spesso nettamente distinto dall'intestino crasso (colon) che è l'ultima sezione principale del tubo digerente; anche in questa sboccano molteplici ghiandole e ciechi; la sua parte terminale vien distinta col nome di retto e serve ad espellere gli elementi indigeribili del cibo (feci) per l'apertura anale.

Questo schema generale del sistema digerente che è, nei suoi tratti principali, comune al più dei celomari, nei diversi gruppi di essi subisce le più varie modificazioni e si adatta alle più svariate condizioni di nutrizione. Le condizioni più semplici ce le offrono molti vermi (*vermalia*); le forme più basse di essi, i rotiferi e soprattutto i gastrotrichi, si rannodano ancora strettamente ai loro progenitori platodi, ai turbellari. I tipi superiori che noi deriviamo da essi si distinguono per speciali disposizioni. Così i molluschi hanno un apparato masticatore molto caratteristico; sulla loro lingua giace una dura lamina raschiante, armata di molti denticini (radula) che viene soffregata contro ad una dura mascella superiore, e così sminuzza il cibo solido. Nel più degli articolati questo lavoro è compiuto da mascelle laterali formate da duri bastoncini chitinosi che rappresentano zampe modificate. I vertebrati e gli affini tunicati si distinguono per ciò che la prima sezione del tubo digerente (intestino cefalico) è trasformata in un caratteristico organo di respirazione (branchia). Tuttavia la sviluppo delle singole sezioni del tubo digerente è spesso entro ai gruppi minori (ordini e famiglie) dei celomari molto diverso, poichè esso dipende in gran parte dalla natura del cibo e dal modo col quale esso viene introdotto ed elaborato. Una solida, voluminosa nutrizione vegetale richiede il massimo impiego di lavoro meccanico e chimico; perciò il canale digerente colle sue numerose appendici è soprattutto lungo e complicato nei gasteropodi botanofagi, negli insetti nutrentisi di foglie, e negli erbivori ruminanti. Inversamente esso è soprattutto breve e semplice nei celomari parasiti i quali ricevono il loro nutrimento liquido già preparato dal contenuto intestinale dell'ospite nel quale essi vivono; in essi l'intestino può in ultimo atrofizzarsi affatto; così negli echinorinchi (acantocefali) fra i vermalii, nell'entoconca fra i molluschi, nelle sacculine fra i crostacei.

Organi della circolazione dei celomari (*vasi sanguigni*). — Quanto si fa maggiore la mole e quanto più diviene complicata la struttura degli animali superiori, tanto più divien necessaria un'ordinata e regolare distribuzione del liquido

nutritivo per tutte le singole parti del corpo. Mentre nei celenterii questo lavoro viene compiuto dai *vasi intestinali* o gastrocanali (canali i quali partono come diramazioni laterali dall'intestino e comunicano colla sua cavità), esso viene compiuto in modo più perfetto, nei celomari dai *vasi sanguigni* (*vasa sanguifera*). Questi canali non comunicano direttamente col canale digerente, ma nascono indipendentemente da esso nel circostante parenchima del mesoderma; essi accolgono il liquido nutritivo filtrato e chimicamente migliorato che trasuda dalle pareti intestinali e lo conducono, in forma di *sangue*, a tutte le parti del corpo. Per lo più questo sangue contiene milioni di cellule che hanno grande importanza pel ricambio materiale. Le cellule sanguigne dei celomari inferiori sono per lo più incolori (leucociti), quelle dei vertebrati per lo più colorate in rosso (rodociti).

A promuovere la circolazione del fluido sanguigno serve nel più dei celomari un *cuore*, una vescica contrattile che per virtù della sua muscolosa parete, si contrae e pulsa regolarmente, ed è nato da un inspessimento locale d'un vaso principale. Primitivamente due di tali vasi principali si sviluppano nella parete intestinale, uno dorsale nella parete superiore, uno ventrale nell'inferiore (così in molti vermalii). Dal vaso dorsale si sviluppa il cuore dei molluschi ed articolati, dal ventrale quello dei tunicati e vertebrati. Vengono chiamate *arterie* quei vasi che conducono via sangue dal cuore, *vene* quelli che lo riconducono dal corpo al cuore. I minutissimi rami di entrambi, i vasi che servono a connetterli, si chiamano *capillari;* essi permettono direttamente, per osmosi, lo scambio di materiali nei tessuti. I vasi sanguigni vengono in intima correlazione cogli organi respiratorii.

Organi respiratori dei celomari (*sistema respiratorio*). — Il ricambio gasoso dell'organismo che vien detto respirazione, cioè l'entrata di ossigeno e l'emissione di acido carbonico, non richiede ancora nei *celenterii* organi speciali; esso viene curato dalle cellule epiteliali che rivestono la superficie del corpo, dall'ectoderma del rivestimento esterno cutaneo e dall'entoderma dell'interno rivestimento intestinale. Poichè quasi tutti questi celenterii vivono nell'acqua, oppure (quali parassiti) in fluidi che contengono aria disciolta, e poichè questi vengono continuamente introdotti nell'interno e di nuovo emessi, così viene in pari tempo effettuato il ricambio dei gas. Per contro nei *celomari* ciò non avviene che di raro, solo per forme piccolissime e molto semplici (rotiferi ed altri vermalii, forme minute di molluschi ed artropodi). Nella maggior parte dei celomari il corpo raggiunge una mole notevole e richiede perciò organi speciali i quali in uno spazio limitato offrono un'ampia superficie per lo scambio gasoso e che, quali organi respiratorii localizzati compiono un lavoro chimico considerevole. A seconda del mezzo ambiente questi si scindono in due gruppi, *branchie* per la respirazione acquatica, e *polmoni* per la respirazione aerea; questi ultimi prendono l'ossigeno direttamente dall'atmosfera, i primi dall'acqua nella quale è sciolta aria atmosferica.

Respirazione acquatica dei celomari. — Gli organi della respirazione acquatica che si chiamano *branchie* sono in generale porzioni assottigliate o prolungamenti dell'integumento esterno od interno. Perciò si distinguono come due forme principali branchie esterne e branchie interne. Entrambe sono riccamente fornite di vasi che vi conducono il sangue dal corpo a scopo di ricambio. *Branchie cutanee* od esterne si trovano soprattutto sviluppate presso gli invertebrati in forma di fili, pettini, foglie, pennelli, ciuffi piumosi che, come prolungamenti locali della pelle esterna, sono rivestiti dall'ectoderma e presentano una grande superficie al ricambio dei gas fra il corpo e l'acqua. Nei molluschi vi ha per solito un paio di branchie pettiniformi

collocate in prossimità del cuore; negli articolati ve n'ha parecchie paia ripetute sui singoli segmenti. Le *branchie intestinali* od interne sono proprie dei vertebrati e degli affini tunicati come pure d'un piccolo gruppo di vermalii, gli enteropneusti. Qui l'intestino anteriore o cefalico è trasformato in una gabbia branchiale la cui parete è attraversata da fessure branchiali; per le aperture esterne di queste fessure esce nuovamente l'acqua respiratoria che era stata introdotta per la bocca. Nei vertebrati inferiori, acquatici (acranii, ciclostomi e pesci), le branchie sono i soli organi respiratorii; nei vertebrati superiori, aerei, esse cadono in disuso, ed al loro posto appaiono i polmoni. Cionondimeno nell'embrione, in generale, fin nell'uomo, si conservano per tenace eredità 3-5 fessure branchiali, sebbene esse abbiano da lungo tempo perduta la loro funzione; fatto palingenetico dei più interessanti a dimostrazione della discendenza degli amnioti (incluso l'uomo) dai pesci.

Il tipo dei marini *echinodermi* si distingue per particolari disposizioni respiratorie; essi hanno nel corpo un'estesa conduttura d'acqua la quale per speciali aperture (pori cutanei o madreporiti) riceve ed emette l'acqua. I numerosi rami di questi vasi acquiferi e vasi ambulacrali riempiono d'acqua i piccoli tentacoli o pedicelli che sporgono a migliaia dal corpo; essi servono nello stesso tempo per la locomozione, pel tatto e la respirazione. Molti echinodermi hanno però ancora, oltre a ciò, speciali branchie, che sono nelle stelle di mare piccole branchie cutanee digitiformi dorsali, nei ricci di mare speciali branchie ambulacrali fogliformi, nelle oloturie branchie interne intestinali (estroflessioni interne dendriticamente ramificate dell'intestino terminale).

Respirazione aerea dei celomari. — Gli organi della respirazione aerea vengono chiamati, in generale, *polmoni;* come gli organi della respirazione acquatica, anch'essi vengono dati ora dall'integumento esterno, ora dall'integumento interno del corpo. Possiedono *polmoni* cutanei od esterni numerosi gruppi di invertebrati; fra i molluschi i gasteropodi polmonati, dalla vita terragnola, hanno acquistato, per cambiamento di funzione della cavità branchiale, un sacco polmonare; fra gli articolati i ragni polmonati e gli scorpioni si distinguono pel possesso di uno o più « polmoni tracheali » cioè di sacchi cutanei in cui sono inclusi molti fogli tracheali. Nei rimanenti articolati dalla respirazione aerea (tracheati) si trovano invece *trachee* (o tubuli aeriferi) semplici o ramificate, spesso riunite a ciuffi che si espandono in tutto il corpo e conducono direttamente l'aria ai tessuti. Esse prendono l'aria dall'esterno per speciali pori aerei dell'integumento esterno (stimme o spiracoli). I millepiedi e gli insetti hanno per solito numerosi fori tracheali, i ragni solo uno o due paia, raramente quattro. Se questi tracheati si adattano di nuovo, secondariamente, alla vita acquatica (come avviene in molte larve di insetti di differenti ordini), i fori tracheali esterni si chiudono e si formano nuove « tracheobranchie » filiformi o fogliformi che estraggono osmoticamente l'aria dall'acqua circostante. I più antichi e bassi tracheati sono protracheati (peripatidi) che fanno il passaggio dagli antichi anellidi ai miriapodi; essi hanno numerosi ciuffi di brevi tubi tracheali sparsi per tutta la pelle e dimostrano chiaramente che questi sono nati per divisione di lavoro da semplici ghiandole cutanee.

Polmoni intestinali o polmoni interni si trovano solo nei vertebrati superiori che si riuniscono sotto il nome di *tetrapodi*, cioè negli anfibii ed amnioti, come pure nei loro pisciformi antenati, i dipneusti. Questi « polmoni interni » sono evaginazioni sacciformi dell'intestino anteriore, nate in origine per cambiamento di funzione dalla vescica natatoria (nectocisti) dei pesci. Questa vescica piena d'aria, appendice sacciforme della faringe, nei pesci serve solo come organo idrostatico

che modifica il peso specifico; quando il pesce vuole affondarsi, egli comprime la vescica natatoria e diventa più pesante; rigonfiandola esso risale. Dal fatto che i vasi sanguigni nella parete della vescica natatoria si adattarono allo scambio dei gas nacque il polmone. Nei più antichi pesci polmonati ancora viventi (*Ceratodus*) esso è ancora un sacco semplice (*monopneumoni*); negli altri la semplice evaginazione faringea si scinde di buon'ora in un paio di sacchi (*dipneumoni*). Se il peduncolo di essi si allunga e si circonda di anelli cartilaginei, ne risulta la *trachea* (da non confondersi cogli organi omonimi dei tracheati). All'estremità anteriore della trachea si differenzia già negli anfibii la *laringe*, importante organo della voce e della favella.

Organi escretorii (*reni, nefridii*). — La funzione della escrezione di materie inutili non è, per l'organismo, meno importante della respirazione; come per quest'ultima viene espulso il venefico acido carbonico, così per mezzo della prima vengono emessi escreti liquidi e solidi che si designano, in generale, col nome d'*urina*, essi sono in parte acidi (acido urico, ippurico, ecc.), in parte alcalini (urea, guanina, ecc.). Nel più dei celenterii speciali organi per la loro escrezione sono superflui, poichè essa è curata (come la respirazione) dalla continua corrente d'acqua che attraversa l'intero corpo. Ma già nei platelminti si sviluppano quegli importanti organi escretori che sono i *nefridii*, un paio di canali laterali semplici o ramificati, i quali giaciono ai due lati dell'intestino e sboccano all'esterno. Questi « canali renali primitivi » si trasmettono ereditariamente dai platodi ai vermalii e da questi ai tipi superiori dei celomari; qui essi si aprono per solito per speciali imbuti ciliati nell'interno della cavità celomica la quale serve dapprima come serbatoio dell'urina. Lo sbocco esterno si ha ora (primariamente) all'indietro, attraverso all'integumento esterno (pori escretori), ora (secondariamente) nell'intestino terminale, e di lì all'esterno per l'ano. Fra gli articolati, i più antichi, cioè gli anellidi, si distinguono per ciò che in ciascun segmento del loro corpo articolato si ripete un paio di nefridii; ciascun canale renale od « organo segmentale » risulta di tre sezioni: un interno imbuto ciliato che sbocca nella cavità celomica, una parte mediana ghiandolare ed una vescicola urinaria esterna la quale colla sua contrazione svuota l'urina all'esterno. Molto simile è pure l'abbozzo del sistema renale nei vertebrati (la cui segmentazione è interna); ma presto appaiono qui strutture più complicate, un paio di *reni* compatti, i quali risultano da molti nefridii ramificati. Come tre forme filogenetiche di evoluzione si susseguono qui l'una all'altra tre generazioni di reni, davanti il primario rene primordiale (*protonephros*), in mezzo il secondario rene primitivo (*mesonephros*), all'indietro il terziario rene posteriore (*metanephros*); quest'ultimo non giunge a svolgimento che nelle tre classi più alte dei vertebrati: rettili, uccelli e mammiferi. Un paio di reni compatti lo hanno anche i *molluschi;* esso si origina da un paio di nefridii i cui padiglioni ciliati sboccano internamente nel sacco pericardico (resto della ridotta cavità celomica); posteriormente essi si aprono all'esterno. Invece i protracheati (le forme stipiti dei tracheati) possiedono nefridii segmentali, un paio per segmento, eredità dei progenitori anellidi. I rimanenti tracheati, i miriapodi, aracnidi ed insetti, hanno in loro vece i cosidetti « tubi malpighiani », ghiandole tubulari che nascono dall'entodermico intestino terminale, ora in uno o poche paia, ora numerose e riunite in un ciuffo.

Saprofitismo. — Mentre la gran maggioranza dei vegetali ha nutrizione puramente plasmodoma e la gran maggioranza degli animali la

ha plasmofaga, v'hanno in entrambi i regni molte specie (soprattutto inferiori) il cui ricambio per rapporti contratti con altri organismi ha assunto forme speciali. Ad esse appartengono soprattutto i saprofiti e parasiti. Chiamiamo *saprofiti* quei vegetali ed animali che esclusivamente o prevalentemente si nutrono di cadaveri in decomposizione di altri organismi, dei prodotti di scomposizione i quali per le forme vitali superiori non offrono sufficiente nutrimento. Ad essi, fra gli unicellulari protofiti, appartengono soprattutto molti batterii, ma anche molti fungilli (o ficomiceti), fra i metafiti i *funghi* (miceti), fra i metazoi le *spugne*. Le molteplici particolarità offerte dal ricambio degli sparsissimi batterii furono già sopra ricordate; molti di essi, mentre provocano putrefazione e decomposizione, si nutrono pure nello stesso tempo delle parti morte di altri organi, in tal guisa distrutte. I funghi si nutrono in massima parte di cadaveri vegetali in decomposizione e dei prodotti della putrefazione che si accumulano nell'humus. Così essi, come agenti di purificazione, hanno tanta importanza sul suolo della terraferma come le spugne sul fondo del mare. Ma anche molti gruppi minori di vegetali ed animali superiori si sono adattati secondariamente al saprofitismo. Fra i metafiti valgono per tali soprattutto le monotropee (alle quali appartiene la nostra comune *Monotropa hypopitys*), e poi parecchie orchidee (*Neottia*, *Corallior-rhiza*). Poichè esse ricavano direttamente il loro plasma dagli elementi della decomposizione dell'humus nel suolo delle foreste, esse hanno perduto la clorofilla e così le verdi foglie. Fra i metazoi, si nutrono di sostanze in decomposizione sopratutto molti vermalii, ma anche dei metazoi più elevati, p. es. il lombrico, molti anellidi tubicoli (limivori, limicoli) ed altri. Gli organi che sono impiegati dai loro stretti affini per cercare, sminuzzare e digerire un nutrimento solido (occhi, mascelle, denti, ghiandole digestive) in questi saprofiti sono andati in massima parte o al tutto perduti. Molti di essi formano già il passaggio ai parasiti.

Parasitismo. — Sotto il nome di *parasiti* la moderna biologia intende in stretto senso solo quegli organismi che vivono sopra altri e da questi traggono pure il nutrimento. La loro schiera in tutte le divisioni principali del regno animale e vegetale è grande, e le loro trasformazioni hanno, per la teoria dell'evoluzione, il massimo interesse. Infatti, niun'altra condizione esterna esercita sull'organismo un'azione così profondamente modificatrice come l'adattamento alla vita parasitica. Così pure in niun'altra parte si può così bene seguire, passo per passo, il processo dalla regressione che in tal modo viene provocato e dimostrare così luminosamente la natura meccanica di

questo processo. Perciò la scienza dei parasiti, o *parasitologia*, presenta i più importanti appoggi alla teoria della discendenza e fornisce in abbondanza le prove più decisive in favore della così discussa *eredità dei caratteri acquisiti*.

Protisti parasiti. — Fra gli organismi unicellulari si segnalano sopratutto i batterii per molteplice adattamento a vita parasitica. Poichè noi collochiamo questi anucleati protozoi fra i più antichi e semplici organismi, e li consideriamo come derivati direttamente, per metafitismo (pag. 198) da plasmodome cromacee, è molto verosimile che questo adattamento alla vita parasitica abbia cominciato, nel corso della vita organica della terra, molto di buon'ora. Già una parte delle monere (fra le quali noi, per la mancanza di un nucleo, dobbiamo annoverare i batterii) trovò più comodo e vantaggioso di fissarsi su altri protisti ed assimilare direttamente il loro plasma invece di seguitare il faticoso lavoro dell'assimilazione del carbonio secondo il metodo ereditario. Lo stesso è vero per la grande classe degli *sporozoi* o fungilli (gregarine, coccidi, ecc.), vere cellule nucleate, che si sono adattati nei più varii modi alla vita parasitica. Molti vivono, quali endoparasiti, nel canale digerente, nel celoma od altri organi di animali superiori (le gregarine specialmente in artropodi); altri nei tessuti (per es. i sarcosporidii nei muscoli dei mammiferi, i coccidii e mixosporidii nel fegato di vertebrati). Moltissimi sono « parasiti cellulari » e vivono nell'interno di cellule di altri animali le quali essi distruggono; così gli emosporidii che distruggono le cellule del sangue dell'uomo e perciò producono la febbre intermittente.

Metafiti parasitici. — Fra i pluricellulari metafiti sono sopratutto i *funghi* (*mycetes* o *fungi*) che si sono adattati nelle più varie forme alla vita parasitica. Molti di essi sono, come è noto, fra i più dannosi nemici dei vegetali ed animali superiori; le singole specie di funghi provocano determinate malattie, esercitando, mediante trasformazioni chimiche, un'azione venefica sui tessuti dei loro ospiti. È universalmente noto che le nostre più importanti piante coltivate, uva, patate, frumento, caffè, ecc., sono state minacciate nella loro esistenza da malattie prodotte da funghi; lo stesso è di molti animali inferiori e superiori. Probabilmente i funghi sono nati polifileticamente per metafitismo da alghe.

Fra i metafiti superiori si trova il parasitismo in molte diverse famiglie, orchidee, rinantacee (*Orobanche*, *Lathraea*), convolvulacee (*Cuscuta*), aristolochiacee, lorantacee (*Viscum*, *Loranthus*), rafflesiacee, ecc. Per convergenza (cioè per simile adattamento alla vita parasitaria) queste diverse fanerogame diventano spesso similissime fra

loro, esse perdono le foglie verdi, della cui plasmodoma clorofilla esse non hanno più bisogno; rimangono talora rudimenti di foglie in forma di squame incolori. Per curare l'adesione alle piante su cui abitano e la penetrazione entro ai loro tessuti si sviluppano spesso speciali apparati adesivi (austorii, ventose, uncini). Anche lo stelo e le radici vengono peculiarmente trasformati. Tutta l'attività produttrice di queste piante parasite si riversa sugli organi sessuali; la Rafflesia ha i più grandi fra tutti i fiori, di un metro di diametro.

Metazoi parasiti. — Anche più frequente ed interessante che nei metafiti appare il parasitismo nei metazoi, e ciò in tutti i tipi di essi. I meno disposti ad esso sono i molluschi e raggiati, i meglio disposti sono i platodi, vermalii ed articolati. Già fra i gastreadi, il gruppo stipite comune di tutti i metazoi, si trovano parasiti (ciemari e gastremari) (*); la protezione che essi trovano nell'interno dei loro ospiti è verosimilmente la causa per cui questi antichissimi metazoi si sono conservati inalterati fino ad oggi. Fra le spugne ed i cnidari veri parasiti non sono numerosi. Tanto più frequenti sono invece fra i platelminti o platodi; i trematodi vivono parte all'esterno (quali ectoparasiti) su altri animali, parte all'interno di essi (quali endoparasiti) e cagionano ad essi molte importanti malattie; essi hanno perduto il rivestimento vibratile dei loro liberi antenati turbellari ed hanno invece acquistato apparati di adesione. I vermi a nastro, cestodi, che vivono interamente nel corpo di altri animali e che discendono dai trematodi hanno perduto anche il canale digerente; essi si nutrono per imbibizione attraverso all'integumento. Lo stesso regresso mostrano fra i vermalii gli acantocefali, fra i molluschi certi gasteropodi parasiti (entoconche), fra i crostacei, i rizocefali (K. F., tav. 57).

La classe dei *crostacei* fornisce i più numerosi ed istruttivi esempi di regressione in seguito a parasitismo, perchè quest'ultimo appare qui polifileticamente in differentissimi ordini e famiglie, e perchè il loro corpo superiormente organizzato mostra nei più differenti organi tutti gli stadi della degenerazione. I crostacei liberi godono per solito di locomozione molto rapida ed abile; le loro numerose zampe sono ben articolate ed adatte in modo eccellente alle diverse forme di locomozione per correre, nuotare, arrampicarsi, scavare, ecc.), i loro acuti organi di senso hanno un alto sviluppo. Poichè queste parti nella vita parasitica non vengono più usate, esse gradatamente si perdono. I giovani crostacei nascono tutti dalla stessa caratteristica forma embrionale del *Nauplius* e nuotano in giro liberamente; solo più tardi,

(*) *Antropogenia*, 5ª ediz. 1903, vol. II, pag. 550.

quando essi si fissano e si adattano alla vita parasitica, gli organi di moto e di senso si atrofizzano. Come mostrò già 40 anni fa l'eccellente Fritz Müller-Desterro nel suo celebre opuscolo: *Für Darwin* (1864), la classe dei crostacei fornisce così le più luminose prove in favore della teoria della discendenza o della selezione, dell'eredità progressiva e della legge biogenetica fondamentale. Questi fatti sono tanto più importanti inquantochè in molti diversi ordini e famiglie di crostacei la regressione per parasitismo si è ripetuta in modo simile ed ha prodotto per convergenza forme somiglianti.

Simbiosi. — Essenzialmente diversa dal parasitismo è quell'intima convivenza fra due diversi organismi che si chiama simbiosi o mutualismo. Qui ha luogo un *consorzio* di due viventi a scopo di reciproca utilità, mentre nel parasitismo il solo parasita trae vantaggio dal suo ospite. La simbiosi trovasi già fra i protisti molto sparsa nei radiolari. Nell'invoglio mucilagineo (*calymna*) che racchiude la capsula centrale del loro corpo unicellulare stanno per solito immobili e sparse numerose cellule gialle (zooxantelle). Queste sono protofiti o cosidette « alghe unicellulari » della classe delle paulotomee (palmellacee); esse godono di protezione e di ricovero da parte dei radiolari, crescono per plasmodomia e si moltiplicano rapidamente per scissione; gran parte dell'amido e del plasma che esse neoformano per assimilazione del carbonio viene presa direttamente come nutrizione (come fitto) dall'ospite radiolario, mentre altra parte delle xantelle cresce vigorosamente e si moltiplica. Simili « zooxantelle » gialle o zooclorelle verdi ricorrono pure, come *simbionti*, nei tessuti di molti animali inferiori. Il nostro comune polipo d'acqua dolce (*Hydra viridis*) deve la sua colorazione *verde* alle zooclorelle che abitano in gran numero nelle cellule flagellate del suo entoderma (od epitelio intestinale digerente). In generale la simbiosi è tuttavia più rara nei metazoi che nei metafiti. Qui essa forma la base di un'intera classe di piante, dei *licheni*. Ciascun lichene risulta da un plasmodomo vegetale (ora protofito, ora alga) e da un plasmofago fungo; quest'ultimo fornisce alloggio, riparo ed acqua alla verde alga, la quale in ricambio gli prepara nuovo materiale nutritivo.

OTTAVA TABELLA

Contrapposizione del ricambio nel regno vegetale e nel regno animale.

Metabolismo del regno vegetale.	**Metabolismo del regno animale.**
Il vegetale lavora prevalentemente per sintesi e riduzione: *plasmodomia*, fabbricazione di materia vivente.	L'animale lavora prevalentemente per analisi ed ossidazione: *plasmofagia*, distruzione di materia vivente.
Le piante, con *assimilazione del carbonio*, sono organismi plasmodomi.	Gli animali, con *assimilazione dell'albumina*, sono organismi plasmofagi.
I. - **Protofiti senza nucleo.** *Monere plasmodome.* Cromacee, oscillarie. I più semplici ed antichi protofiti sono granuli plasmatici anucleati che per assimilazione di carbonio (per via di fotosintesi) formano nuovo plasma.	I. - **Protozoi senza nucleo.** *Monere plasmofaghe.* Batterii, protamebe. I più antichi e semplici protozoi sono granuli plasmatici anucleati che introducono nel loro corpo il plasma di altri organismi (assimilazione di albumina).
II. - **Protofiti nucleati.** *Algarie, alghette.* Il più dei protofiti sono cellule nucleate il cui citoplasma cresce per assimilazione del carbonio. Nel carioplasma del nucleo è deposta la massa ereditaria (accumulazione ereditaria per eredità progressiva).	II. - **Protozoi nucleati.** *Rizopodi, infusori, ecc.* Il più dei protozoi sono cellule nucleate il cui citoplasma cresce per assimilazione dell'albumina. I rizopodi assumono nutrimento figurato per tutta la superficie del corpo, gli infusori per una determinata bocca cellulare.
III. - **Piante cellulari (citofiti).** I metafiti inferiori (alghe, muschi) nelle forme più semplici sono ancora strettamente affini alle società cellulari (cenobii) dei protofiti, cioè società di cellule plasmodome uguali. Al più dei citofiti mancano ancora fasci conduttori.	III. - **Animali inferiori (celenterii).** I metazoi inferiori (gastreadi, spugne, cnidari, platodi) possiedono un *sistema gastrocanale* unitario nato dall'intestino primitivo della gastrea. Mancano cavità celomica, ano, vasi sanguigni.
IV. - **Piante vascolari (angiofiti).** Felci (pteridofiti) e fanerogame. Le piante vascolari munite di radice, fusto e foglie hanno speciali organi per la conduttura dei succhi (fasci conduttori, fasci vascolari).	IV. - **Animali superiori (celomari).** Vermalii, echinodermi, molluschi, articolati, tunicati, vertebrati. *Cavità celomica* (celoma) distinta dalla cavità intestinale. Per lo più un intestino con bocca ed ano, per lo più vasi sanguigni.

UNDICESIMO CAPITOLO

RIPRODUZIONE

Generazione asessuale e sessuale (Monogonia ed Anfigonia).

Amore. — Ermafroditismo e Gonocorismo.

« Warum drängt sich das Volk so und schreit?
Es will sich ernähren, Kinder erzeugen und die
Nähren, so gut es vermag.
Fremdling, der du dies siehst, geh' hin und thue
desgleichen,
Weiter bringt es kein Mensch, stell' er sich, wie
er auch will » (*).

GOETHE.

« Einstweilen, bis den Bau der Welt
Philosophie zusammenhält,
Erhält sich das Getriebe
Durch Hunger und durch Liebe » (**).

SCHILLER.

(*) Perchè questo popolo si accalca così e grida? Esso vuole cibarsi, far figli e questi nutrire il meglio che può. Straniero che vedi ciò, va e fa lo stesso. Più in là non va nessuno, checchè egli faccia.

(**) Frattanto, finchè la filosofia non regga la fabbrica dell'universo, il suo meccanismo si conserva per mezzo della fame e dell'amore.

SOMMARIO DEL CAPITOLO UNDICESIMO

Riproduzione e generazione primordiale. — Riproduzione sessuale ed asessuale. — Accrescimento superfluo. — Monogonia. — Scissione, gemmazione. — Sporulazione. — Anfigonia. — Ovocellula e spermocellula. — Ermafrodismo ed unisessualismo. — Ermafrodismo e gonocorismo delle cellule. — Monoclinia e diclinia. — Monecia e diecia. — Vicenda della distribuzione dei sessi. — Ghiandole sessuali degli istoni. — Ghiandole ermafrodite. — Condotti sessuali. — Organi copulatori. — Partenogenesi, Pedogenesi, Metagenesi, Eterogenesi, Strofogenesi, Ipogenesi, Ibridismo. — Ibridismo e specie. — Scala delle forme di riproduzione.

BIBLIOGRAFIA

Alexander Braun, 1850. *Betrachtungen über die Erscheinung der Verjungung in der Natur* (Considerazioni sul fenomeno del ringiovanimento in natura). Lipsia.

Rudolf Leuckart, 1853. *Zeugung, in Wagners Handwörterbuch der Physiologie.* Bd. IV (Riproduzione, in Wagner, Vocabolario di fisiologia, vol. IV). Lipsia.

Ernst Haeckel, 1866. *Entwickelungsgeschichte der physiologischen Individuen* [(*Naturgeschichte der Zeugungskreise*). *Generelle Morphologie der Organismen*] (Sviluppo degli individui fisiologici [Storia naturale dei cicli evolutivi], in: Morfologia generale degli organismi, vol. II, cap. 17, pag. 32-147). Lipsia.

Eduard Strasburger, 1872-1901. *Befruchtungs-Vorgang bei den Phanerogamen, Angiospermen und Gymnospermen* (Fecondazione delle fanerogame, angiosperme e gimnosperme). Jena.

Hermann Müller, 1873. *Befruchtung der Blumen durch Insecten* (Fecondazione dei fiori per mezzo degli insetti). Lipsia.

Oscar Hertwig, 1886. *Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte* (Trattato di Embriologia), 7ª ediz. 1802, con molta bibliografia. Jena.

Richard Hertwig, 1891. *Allgemeine Entwickelungsgeschichte* (Embriologia generale), nel *Lehrbuch der Zoologie* (Trattato di Zoologia), 6ª ediz. 1903.

Theodor Boveri, 1886-1902. *Das Problem der Befruchtung* (Il problema della fecondazione). Jena.

Arnold Lang, 1901. *Fortpflanzung der Protozoen* (Riproduzione dei protozoi), in *Lehrbuch der vergl. Anat.* (Trattato d'Anatomia comparata), vol. II, *Protozoa*, pag. 162-281.

Eduard Strasburger, 1894. *Lehrbuch der Botanik* (Trattato di Botanica), 6ª edizione, 1904. Jena.

August Weismann, 1892. *Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung* (Il germiplasma. Teoria dell'eredità). Jena.

Max Kassowitz, 1899. *Vererbung und Entwickelung. II Bd. der Allgemeinen Biologie* (Eredità e sviluppo. Vol. II della « Biologia generale »). Vienna.

Hugo de Vries, 1903. *Elementare Bastardlehre. II Bd. der Mutationstheorie* (Teoria elementare dell'ibridismo. Vol. II della « Teoria della mutazione »). Lipsia.

Eduard Westermark, 1893. *Geschichte der menschlichen Ehe* (Storia del connubio umano). Jena.

Wilhelm Bölsche, 1903. *Das Liebesleben der Natur. Eine Entwickelungsgeschichte der Liebe* (La vita d'amore nella natura; evoluzione dell'amore). 3 vol. Lipsia.

Come dalla nutrizione dipende la conservazione dell' individuo organico, così dalla riproduzione dipende il perdurare della specie organica, cioè di quella determinata forma vitale che, come cosidetta « specie », si distingue da tutte le altre forme simili. Tutti gli individui hanno una durata di vita più o meno limitata e trascorso un determinato tempo soggiaciono alla morte. La continua catena di individui che sono collegati per mezzo della riproduzione ed appartengono ad una stessa specie rende possibile che questa particolare forma specifica si mantenga tuttavia attraverso a lunghi lassi di tempo. Ma anche la specie è passeggiera e non ha « vita eterna ». Allorquando una specie ha durato per un periodo più o meno lungo essa si estingue oppure trapassa per trasformazione in altre forme.

Riproduzione e generazione primordiale (*Tocogonia ed archigonia*). — Il prodursi di nuovi individui i quali provengono per riproduzione da individui genitori è un fenomeno naturale limitato nel tempo; esso non può aver sussistito sul nostro pianeta sin dall' eternità poichè la terra stessa non è eterna e poichè anche dopo l'origine di questa ancora per lunghe distese di tempo mancarono le condizioni volute per l'esistenza della vita organica su di essa. Queste sottentrarono solo dopochè la superficie dell' igneo-fluida sfera terrestre fu tanto raffreddata da permettere che su essa precipitasse l'acqua in forma liquida. Solamente allora potè il carbonio formare con altri elementi (ossigeno, idrogeno, azoto, solfo) quelle combinazioni che condussero alla formazione del plasma. Poichè noi trattiamo di questo processo della *generazione primordiale* (Archigonia o generazione spontanea) in uno speciale capitolo XV, noi qui non ci tratteniamo su esso e ci limitiamo allo studio della *generazione da parenti* (tocogonia o *generatio parentalis*).

Riproduzione sessuale ed asessuale (*Monogonia ed anfigonia*). — Le molte forme diverse nelle quali si presenta la tocogonia o riproduzione degli esseri viventi vengono generalmente divise in due

grandi gruppi, da un lato la semplice forma della generazione asessuale (monogonia), dall'altro la complessa forma della generazione sessuale (anfigonia). Nella generazione asessuale entra in azione un unico individuo il quale dà un prodotto superfluo di accrescimento che si sviluppa a formare un nuovo organismo. Per contro nella generazione sessuale due diversi individui si devono unire per produrre un nuovo essere. Questa *amphigonia* (o *generatio digenea*) è nell'uomo e nel più degli animali superiori l'unico modo di riproduzione. Invece in molti animali inferiori e nel più dei vegetali si trova ancora presso ad essa la moltiplicazione asessuale, per scissione o per gemme, la *monogonia* (o *generatio monogenea*). Negli infimi organismi, nelle monere ed in molti protisti, funghi, ecc., quest'ultimo è anzi il solo modo di propagazione.

Strettamente parlando la monogonia è un processo vitale la cui diffusione è affatto generale; infatti anche la solita divisione cellulare, sulla quale riposa l'accrescimento degli istoni, è monogonia delle cellule. Da ciò risulta per la biologia storica la convinzione che la monogonia era la forma più antica ed originaria di generazione parentale e che solo più tardi si è svolta da essa l'anfigonia. È importante rilevare ciò perchè non solo molti autori antichi ma anche alcuni moderni tengono la generazione sessuale per una funzione vitale generale di tutti gli organismi ed affermano che essa fin dal principio è stata un processo vitale al tutto primitivo.

Riproduzione ed accrescimento. — I fenomeni complessi e spesso estremamente intricati della generazione sessuale, quali noi li incontriamo negli organismi superiori, ci divengono comprensibili se noi li paragoniamo criticamente colle forme più semplici della generazione asessuale nelle cerchie vitali inferiori. Così noi impariamo a riconoscere che essi non sono inconcepibili e sopranaturali « miracoli della vita » ma processi fisiologici naturali che, come tutti gli altri, si possono ricondurre a semplici forze fisiche. Quella forma d'energia che sta a base di ogni tocogonia è l'*accrescimento* (*crescentia*). Ora poichè questo fenomeno, quale « attrazione di massa », determina del pari il formarsi dei cristalli e di altri individui anorganici, così è nuovamente rimosso il limite che si era voluto fissare anche qui tra la natura organica e l'inorganica. « La riproduzione è una nutrizione ed un accrescimento dell'organismo oltre alla misura individuale, per i quali una parte di esso si eleva a formare un tutto » (*Morfologia gen.*, II, pag. 16). Questa « misura della grandezza individuale » è per ogni singola specie determinata da due fattori, da un lato dalla costituzione intima del plasma la quale è data dall'eredità, dall'altro

dal suo rapporto colle condizioni esterne di esistenza le quali regolano l'adattamento. Solo quando questo limite viene varcato sottentra un continuato *accrescimento superfluo* (*crescentia transgressiva*) in forma di « riproduzione ». Anche ciascuna specie di cristallo ha un determinato limite di accrescimento; quando questo limite venga oltrepassato, dall'acqua madre si depongono nuovi individui cristallini che si aggruppano sull'antico individuo il quale non cresce più oltre.

Riproduzione asessuale. (*Monogonia*). — La tocogonia asessuale o monogenia che si chiama anche « moltiplicazione vegetativa » è sempre compiuta da un solo individuo organico e perciò si deve ricondurre solo all'accrescimento trasgressivo di esso. Se questo accrescimento interessa, come accrescimento totale, l'intero corpo e questo si scinde in due o più parti uguali, la moltiplicazione monogena vien detta *divisione*. Se invece l'accrescimento è parziale e non interessa che una parte dell'individuo e quando questa parte privilegiata si differenzia come *gemma* dall'individuo generatore, questo processo si chiama *gemmazione*. La differenza fra queste due forme di generazione sta dunque essenzialmente in ciò che nella divisione il *genitore* (*parens*) come individuo scompare e passa a formare i prodotti della divisione (figli); questi sono di pari età ed hanno uguale valore morfologico. Invece nella gemmazione il genitore come individuo si conserva; esso è più grande e più vecchio della recente gemma. Questa importante differenza fra divisione e gemmazione, che spesso passa inosservata, vale tanto per i protisti (unicellulari) quanto per gli istoni (pluricellulari). Il fatto che nella divisione l'individuo (l'indivisibile) come tale si distrugge confuta la teoria dell'« immortalità degli unicellulari », (Weismann). (Cfr. sopra pag. 95 e « Problemi dell'universo » XI capitolo).

Divisione. — La riproduzione per divisione è di gran lunga la più frequente di tutte le forme di moltiplicazione; infatti essa è la forma normale di monogonia non solo in molti protisti ma anche nelle cellule che costituiscono i tessuti degli istoni. Essa è inoltre l'unica forma di moltiplicazione del più delle monere, tanto delle cromacee come dei batteri, che perciò vengono spesso compresi insieme sotto il concetto di schizofiti. Ma la divisione si presenta anche in organismi superiori, pluricellulari, sopratutto cnidari (polipi, meduse). Ordinariamente essa avviene in forma di *scissione* (*dimidiatio* od *hemitomia*); il corpo si divide in due metà uguali. Il piano di divisione ora è indeterminato (spezzamento), ora coincide coll'asse longitudinale (divisione longitudinale), ora coll'asse trasverso, perpen-

dicolarmente all'asse longitudinale (divisione trasversale), più raramente con un asse obliquo o diagonale (divisione obliqua). Quando la divisione di una cellula si ripete così rapidamente che alla divisione longitudinale segua subito la trasversale e quando queste due divisioni, per acceleramento, coincidono, la bipartizione trapassa nella quadripartizione. Se allora lo stesso processo si ripete rapidamente e se nello stesso tempo il corpo si disgrega in molti pezzi piccoli ed uguali ne risulta la divisione cellulare multipla (*polytomia*); tale è la sporulazione degli sporozoi e rizopodi, la divisione multipla nel sacco embrionale delle fanerogame.

Gemmazione. — La moltiplicazione asessuale per gemmazione si distingue dalla divisione essenzialmente per ciò che nella prima l'accrescimento trasgressivo che la determina è parziale, nell'ultima invece è totale. In seguito a ciò la *gemma* generata è più giovane e più piccola del genitore (*parens*) dal quale essa si stacca; quest'ultimo può, per *rigenerazione*, sostituire la parte perduta e produrre nello stesso tempo o l'una dopo l'altra numerose gemme senza per ciò perdere la sua indipendenza individuale (che viene invece perduta nella scissione!). La moltiplicazione per gemmazione è più rara nei protisti, più frequente negli istoni, tanto nel più dei metafiti come nei bassi metazoi coloniali (celenterii e vermalii). Infatti il più delle colonie (*cormi*) nascono pel fatto che un germoglio od una « persona » producono gemme che rimangono unite le une alle altre. I margotti e le talee dei metafiti sono gemme staccate. Si devono distinguere come due diverse forme fondamentali di gemmazione la gemmazione laterale e la terminale. La gemmazione terminale avviene ad un capo dell'asse longitudinale ed è molto affine alla divisione trasversa (per es., alla strobilazione delle meduse acraspede e dei cestodi). La gemmazione laterale è molto più frequente e determina la ramificazione degli alberi e in generale delle piante composte, come pure quella delle colonie arborescenti delle spugne, dei cnidari (polipi, coralli), dei briozoi, ecc.

Sporulazione (*Sporogonia*). — Una terza forma di riproduzione asessuale è la formazione di *spore* (o cellule-germi) le quali per solito vengono generate in gran numero nell'interno dell'organismo, si liberano da esso e, senza essere state fecondate, si sviluppano in un nuovo essere vivente. Ora le spore sono immobili (*paulospore*, spore sedentarie), ora esse posseggono uno o più flagelli mediante i quali esse nuotano vivamente in giro (*planospore* o spore vaganti). Questo modo monogeno di moltiplicazione è molto sparso fra i protisti, tanto

protofiti che protozoi. Fra questi ultimi gli *sporozoi* (gregarine, coccidii, ecc.) si distinguono per ciò che tutto l'organismo unicellulare è impiegato nella formazione delle spore; questo processo coincide qui con quello della divisione cellulare multipla; così pure in molti rizopodi (micetozoi). In altri (radiolari, talamofori) solo una parte della cellula parentale è impiegata nella formazione delle spore. La sporulazione è molto diffusa fra le crittogame; per solito essa alterna qui colla riproduzione sessuale, le spore si producono per lo più in speciali capsule (*sporangii*). Nelle fanerogame (*antofiti*) la sporogonia si è perduta. Raramente la si incontra nei metazoi, per es. nelle spugne d'acqua dolce; gli sporangii vengono qui detti gemmule.

Riproduzione sessuale (*Anfigonia*). — L'essenza della riproduzione sessuale consiste nell'unione di due diverse cellule: un'ovocellula femminea ed una spermocellula maschile. La cellula nuova, semplice, che risulta dalla loro fusione è la *cellula-stipite* (*cytula*) la progenitrice di tutte le numerose cellule che compongono i tessuti pluricellulari degli istoni. Ma anche fra gli unicellulari protisti si trovano già molti inizii di differenziamento sessuale; è preparazione ad esso la fusione o copulazione di due cellule uguali o *gameti*. Si può considerare questo processo, la zigosi, come una forma speciale, adattissima, di accrescimento la quale è combinata con *ringiovanimento* del plasma: questo ultimo dal mescolarsi di due corpi plasmatici individualmente diversi (*amphimixis*) viene reso atto a moltiplicarsi mediante ripetute divisioni. Quando poi questi due gameti siano disuguali, cioè per grandezza ed aspetto « si differenzino », il più grande, femmineo, vien detto macrogamete o macrogonidio, il minore, maschile, microgamete o microgonidio. Negli istoni il primo si chiama *ovocellula* (*ovulum*), il secondo *spermocellula* (*spermium*, *spermatozoon*). Per solito quest'ultima è una cellula ciliata mobilissima, mentre la prima è una cellula pigra od ameboide. I movimenti natatorii della spermocellula sono utili per la ricerca e la fecondazione della cellula-uovo.

Ovocellula e spermocellula. — La differenza qualitativa fra le due *cellule sessuali* (*gonocyta*) copulantisi, il contrasto chimico fra l'*ovoplasma* della cellula-ovo femminea e lo *spermoplasma* della cellula seminale maschile è la prima (e spesso l'unica) condizione dell'anfigonia; più tardi vi si aggiunge (negli istoni superiori) un complicatissimo apparato di disposizioni secondarie. Con quel contrasto chimico è in pari tempo collegata una doppia forma di percezione sensoria ed una attrazione su essa fondata che noi chiamiamo

chemotaxis o *chemotropismo erotico*. Questo *senso sessuale* dei due diversi gonociti, l'« affinità elettiva » dell'androplasma maschile e del ginoplasma femmineo, determina la loro reciproca attrazione e riunione. È molto verosimile che questa funzione sensoria sessuale, affine a quella dell'odorato e del gusto, e così pure i moti riflessi che da essa sono provocati, abbiano la loro sede nel citoplasma del *celleus* di entrambe le cellule sessuali, mentre l'eredità dipende dal carioplasma del nucleo (cfr. *Antropogenia*, 1903, 5ª ediz., 6ª e 7ª confer.).

Ermafrodismo ed unisessualismo (*Hermaphrodismus* e *gonochorismus*). — Il contrasto sessuale fra le due forme di *gonoplasma*, fra il femmineo ovoplasma della cellula-ovo ed il maschile spermoplasma della cellula seminale, si manifesta già al principio del differenziamento sessuale colla diversa grandezza dei due gameti copulantisi e più tardi colla crescente diversità della loro forma, composizione, moto, ecc. Più oltre esso conduce alla spartizione dei territorii germinativi (dei siti nei quali si producono le due sorta di cellule sessuali) fra due diversi individui. Quando l'ovocellula e spermocellula si producono in uno stesso individuo, questo vien detto *bisessuale* od *ermafrodito* (*Hermaphroditus*); quando invece esse vengono prodotte da due diversi individui (maschio e femmina) questi sono detti *unisessuali* o *a sessi distinti* (*Gonochoristus*). Corrispondentemente ai diversi gradi di individualità che noi abbiamo distinto anteriormente (nel VII capitolo) noi possiamo anche distinguere i seguenti stadii di ermafrodismo e gonocorismo.

Ermafrodismo delle cellule. — Alcuni gruppi di protisti, sopratutto gli elevati infusorii ciliati, si distinguono per ciò che già nell'interno del loro organismo unicellulare ha luogo un differenziamento di una parte maschile ed una femminile del plasma. Di regola i ciliati si moltiplicano a masse per ripetuta divisione (e precisamente per divisione indiretta). Ma questa monogonia ha i suoi limiti e deve di tempo in tempo essere interrotta da un'anfigonia, da un *ringiovanimento* del plasma che si compie mediante la coniugazione di due cellule diverse ed il parziale scambio della loro sostanza nucleare. Si intende sotto il nome di *coniugazione* un'unione parziale e transitoria di due diversi unicellulari, sotto quella di *copulazione* invece una totale e durevole fusione. Quando due infusori ciliati si coniugano essi si applicano l'uno contro all'altro e si saldano per breve tempo mediante un ponte protoplasmatico. Una parte del nucleo di entrambi si è già precedentemente divisa in due frammenti l'uno dei quali funge da *nucleo sedentario* (*paulokaryon*) femmineo, l'altro da *nucleo migratore* (*planokaryon*) maschile. I due mobili nuclei migratori

passano il ponte protoplasmatico e migrano attraverso di esso nel corpo della cellula opposta; qui essi si fondono col nucleo sedentario che è collocato più profondamente. Dopochè in ciascuna delle due cellule in copula si è così formato (per *amphimixis*) un nuovo nucleo esse si separano di nuovo; le due cellule ringiovanite hanno ora acquistato nuovamente la facoltà di riprodursi a lungo per divisione.

Gonocorismo delle cellule. — Il singolare ermafroditismo delle cellule che distingue i ciliati ed alcuni altri protisti e che, grazie alle ricerche di Riccardo Hertwig, Maupas ed altri, ci è noto sin nei più minuti particolari, ha così grande interesse perchè esso mostra che il contrasto *chimico* fra il femmineo ginoplasma ed il maschile androplasma può già manifestarsi entro i limiti di un'unica cellula. Questa *divisione di lavoro erotico* è così importante che altrove essa è sempre distribuita fra due diverse cellule. Le esatte ricerche moderne sul processo della *fecondazione* che penetrano nei più minuti processi visibili hanno mostrato che nella neoformazione dell'individuo (della cellula-stipite) l'essenziale sta nella fusione in parti uguali (massa ereditaria) del nucleo cellulare maschile e femminile; il carioplasma delle due cellule copulantisi è il latore dell'*eredità* dei due parenti. Invece il citoplasma del loro corpo cellulare adempie allo scopo dell'*adattamento* e della nutrizione; per solito il corpo cellulare della cellula-ovo è molto voluminoso e, quale serbatoio di nutrimento, riccamente fornito di albumina, grasso ed altre sostanze nutritive (vitello di nutrizione). Al contrario il citoplasma della spermocellula è molto piccolo e per lo più produce un flagello vibrante mediante il quale esso cammina per cercare l'ovocellula.

Monoclinia e diclinia. — Nella maggior parte dei vegetali da uno stesso germoglio vengono prodotte cellule maschili e femminili e lo stesso fanno le « persone » in molti animali inferiori. Quest'ermafroditismo degli « individui di second'ordine » viene detto *monoclinia* (unità di letto). Per contro in molti vegetali superiori (colonie monoiche) e nel più degli animali superiori si trova la *diclinia* (duplicità di letto), cioè a dire un germoglio od una persona possiede solo organi maschili, l'altra solo organi femminili, « gonocorismo degli individui di second'ordine ». La monoclinia è per lo più collegata colla vita sedentaria (che spesso le è necessaria), la diclinia invece colla libera locomozione. Anche l'adattamento alla vita parassitica favorisce la monoclinia; così, p. es., i crostacei sono in massima parte « persone » gonocoriste, ma i cirripedi, che si sono abituati alla vita fissa (e in parte anche parassitica) son divenuti in seguito a ciò ermafroditi. Molti animali inferiori endoparassiti (p. es., cestodi, tre-

matodi, gasteropodi parassiti) che vivono isolati nell'interno di altri animali, devono essere ermafroditi e devono potersi fecondare da se stessi, se pur la specie deve conservarsi. D'altra parte numerosi fiori ermafroditi, sebbene inchiudano le due sorta di organi sessuali, sono incapaci di fecondarsi da sè, ma devono essere fecondati per mezzo degli insetti che li visitano e che portano il polline da un fiore all'altro.

Monecia e diecia. — Gli « individui di terz'ordine » che noi tanto nel regno vegetale come nell'animale designiamo col nome di *cormi* o colonie presentano del pari negli individui sessuali che li compongono mutevoli condizioni. Se su una stessa colonia si trovano concomitanti germogli o persone diclini maschili o femminili, questo ermafrodismo dei cormi si chiama *monecia* (unità di casa); è il caso del più delle crittogame e fanerogame e, fra gli animali, del più dei sifonofori e di alcuni coralli. Più rara è la *diecia*, nella quale una colonia porta solo individui maschili, e l'altra solo femminili, così, p. es., i pioppi e salici, il più dei coralli ed alcuni sifonofori. I vantaggi fisiologici dell'incrociamento, cioè dell'unione di cellule sessuali di diversi individui, favoriscono la progressiva separazione dei sessi negli organismi superiori.

Vicenda della distribuzione dei sessi. — Uno sguardo comparativo sulle condizioni dell'ermafrodismo e dell'unisessualismo nel regno animale e nel regno vegetale ci mostra che queste due forme opposte di distribuzione dei sessi si trovano spesso l'una accanto all'altra in organismi di uno stesso gruppo fra loro molto affini, anzi talora persino in diversi individui di una stessa specie. Così, p. es., l'ostrica è per solito gonocorista, talora però anche ermafrodita; lo stesso è di parecchi altri molluschi, vermalii ed artropodi. Perciò la domanda che si è spesso fatta, quale delle due forme di distribuzione dei sessi sia la primitiva, non può affatto avere una risposta generale e richiede che si specifichi il grado di individualità e la posizione sistematica del relativo gruppo. Quello che è certo si è che in molti casi l'ermafrodismo rappresenta la condizione primitiva, p. es., nel più delle piante inferiori e in molti animali fissi (spugne, polipi, platodi, tunicati, ecc.); se in questi gruppi si presentano alcune eccezioni queste si son prodotte secondariamente. D'altra parte è altrettanto sicuro che in altri casi è invece la divisione dei sessi che rappresenta la condizione primitiva, così nei sifonofori, ctenofori, briozoi, cirripedi, molluschi; qui l'ermafrodismo è manifestamente secondario poichè queste forme ermafrodite discendono in origine da forme gonocoriste.

Ghiandole sessuali degli istoni (*gonadi*). — Solo in pochi gruppi di istoni inferiori le due sorta di cellule sessuali nascono senza ordine determinato su diversi punti del semplice tessuto, così in alcuni gruppi di alghe inferiori e nelle spugne. Ordinariamente quelle cellule si producono solo in determinate località ed in uno speciale strato di tessuti e per lo più a gruppi in forma di *ghiandole sessuali* (*gonadi*). Queste in diversi gruppi di istoni hanno speciali nomi; le *ghiandole femminili* nelle crittogame sono dette archegonii, nelle fanerogame sono designate col nome di *nucellus* (derivato dal macrosporangio delle pteridofite), nei metazoi si chiamano ovaie (*ovaria*). Le *ghiandole maschili* si designano nelle crittogame col nome di anteridii, nelle fanerogame con quello di sacchi pollinici (nati dai microsporangi delle felci), nei metazoi con quello di testicoli o *spermaria*. In molti casi, sopratutto negli organismi acquatici inferiori, le ovocellule (prodotto degli ovarii) e le spermocellule (prodotto degli spermarii) sono versate direttamente all'esterno. Per contro nel più degli organismi superiori si sono formati speciali condotti sessuali (*gonoductus*) i quali conducono all'esterno le due forme di gonociti.

Ghiandole ermafrodite degli istoni (*glandulae hermaphroditae*). — Mentre abitualmente le due sorta di ghiandole sessuali si producono su diverse località dell'individuo generatore, vi sono tuttavia alcuni casi in cui le due sorta di cellule sessuali vengono prodotte le une immediatamente accanto alle altre da una stessa ghiandola; simili ghiandole si chiamano *ghiandole ermafrodite*. Queste strutture si sviluppano in modo notevole in molti gruppi altamente differenziati di metazoi e sono certamente derivate da strutture gonocoriste di forme inferiori. La classe degli *ctenofori* (*) comprende cnidari ialini natanti nel mare i quali hanno una struttura complicata e particolare e che verosimilmente discendono da idromeduse (o craspedote). Però mentre queste ultime mostrano molto semplici condizioni gonocoristiche (4 od 8 ghiandole unisessuali sul percorso dei canali radiali o nella parete stomacale), negli ctenofori 8 canali ermafroditi scorrono negli archi meridiani dall'un polo all'altro del corpo foggiato a cetriolo. Ciascun canale corrisponde ad un pettine di ciglia e da un lato genera ovarii e dall'altro spermarii, e l'ordinamento è tale che gli 8 campi intercostali (gli spazi fra gli 8 pettini di ciglia) sono alternativamente maschili e femminili. Anche più curiose sono le ghiandole ermafrodite nei *gasteropodi polmonati* ai quali appartengono le nostre comuni limaccie nude (*Arion*) e chiocciole (*Helix*). Qui si trova

(*) *Forme artistiche della natura*, Tav. 27.

una ghiandola ermafrodita con molte vescicolette, ognuna delle quali forma nella parte esterna ova e nell'interna sperma. Ciò malgrado le due sorta di cellule sessuali vengono condotte separatamente all'esterno.

Condotti sessuali (*Gonoductus*). — Nella maggior parte degli istoni inferiori, acquatici, le due sorta di cellule sessuali giunte a maturità cadono direttamente nell'acqua e quivi si incontrano. Invece nel più degli organismi superiori e sopratutto nei terragnoli si sono sviluppate speciali vie di uscita o canali efferenti per i prodotti sessuali, i *condotti sessuali* o *gonodotti;* i femminili nei metazoi in generale si chiamano *ovidotti*, i maschili *spermodotti* o *vasi deferenti*. Negli istoni vivipari speciali canali servono a condurre lo sperma alla cellula-ovo la quale rimane chiusa nel corpo materno, così il collo dell'archegonio nelle crittogame, lo stelo nelle fanerogame, la vagina nei metazoi. All'apertura esterna di questi canali efferenti per lo più si sviluppano ancora speciali organi copulatori.

Organi copulatori (*Copulativa*). — Quando le cellule sessuali emesse non possono direttamente incontrarsi (come in molti esseri acquatici) devono svolgersi speciali disposizioni per la trasmissione dello sperma fecondatore dal corpo maschile al femminile. Questo stesso processo, il quale è detto *accoppiamento* (*copulazione*), acquista una grande importanza nel suo collegarsi con speciali sentimenti di piacere e pel fatto che questa voluttà genera le più potenti passioni dell'animo; essa quale *amore* sessuale diventa nell'uomo e negli animali superiori una delle più forti spinte a molte funzioni vitali. L'organo che, come sede del « senso sessuale », determina queste sensazioni voluttuose è chiamato nei vertebrati membro genitale (*phallus*), il maschile membro maschile o pene (*penis*), il femminile clitoride (*clitoris*). I microscopici organi di senso che si trovano in questi organi copulatori sono speciali « corpuscoli di voluttà », essi vengono eccitati dalla reciproca frizione la quale avviene coll'introduzione del pene maschile nella femminea apertura vaginale (*vulva*). Così si libera l'azione riflessa che determina l'emissione e la trasmissione dello sperma. In molti animali superiori (vertebrati, articolati, molluschi) si sviluppano numerose *ghiandole* e molti altri organi sussidiarii i quali cooperano nell'accoppiamento.

Caratteri sessuali secondarii. — I molteplici ed intimi rapporti che intercedono nell'uomo e gli animali superiori (sopratutto vertebrati ed artropodi) fra la vita sessuale e le attività psichiche superiori hanno fatto sorgere una gran copia di « meraviglie della vita ».

Guglielmo Bölsche nella sua celebre e diffusissima opera « *Liebesleben der Natur* » le ha trattate così genialmente che mi basterà qui accennarle. Rileverò qui solo in modo speciale la grande importanza dei così detti « caratteri sessuali secondari ». Queste particolarità proprie di uno dei due sessi e mancanti all'altro e che non hanno immediata connessione coi veri organi sessuali, per es. la barba dell'uomo, il seno della donna, la giubba del leone, le corna del cervo, hanno interesse anche per l'estetica; esse, come mostrò il Darwin, furono acquisite per *scelta sessuale*, come armi dei maschi nella lotta per il possesso della femmina e viceversa. Qui ha pure gran parte sopratutto negli uccelli ed insetti il senso del bello; le splendide colorazioni e forme che noi ammiriamo nei maschi degli uccelli del paradiso, dei colibri, dei gallinacei, delle farfalle, furono acquisite per scelta sessuale (Cfr. *Storia della Creazione naturale*, 10ª ediz., pag. 249).

Partenogenesi (*Generazione virginale*). — In diversi gruppi di istoni il sesso maschile è nel corso dei tempi divenuto inutile; le ovocellule si sviluppano senza aver bisogno di venir fecondate dalle cellule spermatiche. Tale è sopratutto il caso in diversi platodi (trematodi) ed articolati (crostacei, insetti). Nelle api c'è questa strana condizione, che solo al momento della deposizione delle ova si decide se l'ovo deve o no essere provvisto di sperma e fecondato; nel primo caso se ne sviluppa un'ape femmina, nel secondo un maschio. Quando Siebold a Monaco ebbe constatato in diversi insetti questi fenomeni di « immacolata concezione » egli ricevette la visita dell'arcivescovo cattolico di Monaco; questi gli espresse i suoi augurii e la sua gioia perchè così riusciva scientificamente spiegabile lo stesso processo anche per la « Vergine Maria ». Siebold dovette disgraziatamente obbiettargli che una simile illazione dalla partenogenesi degli artropodi a quella dei vertebrati non era ammissibile, e che tutti i mammiferi come pure tutti gli altri vertebrati si riproducono esclusivamente per ova fecondate. Invece si ha pure partenogenesi nei metafiti, così in *Chara crinita* fra le alghe, in *Antennaria alpina* ed *Alchemilla vulgaris* fra le fanerogame. Le cause che determinano quest'omissione della fecondazione ci sono ancora in massima parte ignote; qualche luce vi sarà gettata dal fatto che recentemente anche con saggi chimici (azione dello zuccaro e di altre soluzioni disidratanti) si è potuto determinare lo sviluppo partenogenetico di ova non fecondate.

Pedogenesi e dissogonia. — Mentre negli animali superiori la riproduzione richiede per lo più tutta la maturità e l'intero sviluppo della forma specifica, in molti animali inferiori si è recentemente osservato che le ovocellule e le spermacellule possono anche formarsi

in individui giovani fin dallo stato larvale; se in questo stadio ha luogo la fecondazione, vengono dalle larve generate nuovamente larve della stessa forma. Quando poi più tardi le stesse larve si sono trasformate nella forma matura e questa si moltiplica sessualmente nella sua propria forma, questo fatto si chiama *dissogonia* (o doppia generazione); essa si trova in molti cnidari, sopratutto meduse, ecc. Se invece le larve si moltiplicano per ovocellule non fecondate, e così generano partenogeneticamente forme simili a loro, questa fecondazione si chiama *pedogenesi* (o generazione giovanile); essa si trova sopratutto nei platodi (trematodi) ed alcuni insetti (larve di *Cecidomya*) e di altre mosche.

Generazione alternante o metagenesi. — In moltissimi animali e vegetali inferiori si alternano regolarmente fra loro una generazione sessuale ed una asessuale. Fra i protisti noi troviamo questa « alternanza di generazione » già negli sporozoi; fra i metafiti nei muschi e nelle felci, fra i metazoi nei cnidari, platodi, tunicati, ecc. Spesso le due generazioni sono per aspetto e per elevatezza di organizzazione fra loro molto diverse. Così nei muschi la generazione asessuale è rappresentata dalla capsula sporifera (sporogonio) del muschio, la generazione sessuale è invece rappresentata dalla pianta del muschio con fusto e foglie (*culmus*). Per contro nelle felci il *culmus* è sporigeno e monogeno, mentre è sessualmente differente il semplice e piccolo germe talliforme o *protallo*. Nel più degli cnidari dall'ovo della medusa liberamente natante nasce un piccolo polipo sedentario e questo per generazione genera nuovamente meduse le quali divengono sessualmente mature. Nei tunicati (salpe) una forma sociale sessuata si alterna con una forma solitaria asessuata; le salpe in catena della prima sono più piccole e diversamente fatte dalle grosse salpe solitarie di quest'ultima le quali per generazione producono nuove catene. Questa speciale forma di metagenesi è la prima che sia stata osservata, e cioè nel 1819 per opera del poeta Chamisso in occasione della sua circumnavigazione del mondo. In altri casi (per es., nell'affinissimo *Doliolum*) una generazione sessuale si alterna con due (talora più) generazioni neutre. La spiegazione di queste diverse forme di metagenesi ci è data dalle leggi dell'eredità latente (atavismo), della divisione di lavoro e della metamorfosi e sopratutto dalla legge biogenetica fondamentale.

Eterogenesi od eterogonia. — Mentre nella vera metagenesi (nella generazione alternante intesa in senso stretto) la generazione asessuale si moltiplica per gemmazione o per spore, nell'affine eterogenesi essa si moltiplica invece per generazione virginale o partenogenesi.

Questo è un processo che sopratutto in molti artropodi produce in breve tempo una grande moltiplicazione della specie. Fra gli insetti i pidocchi delle foglie (afidi), fra i crostacei le pulci d'acqua (dafnidi) sono di questi articolati che nella stagione calda si moltiplicano in massa per « uova d'estate » non fecondate; solo in autunno appaiono transitoriamente dei maschi i quali fecondano le maggiori « uova d'inverno »; nella primavera seguente dalle uova che hanno svernato si schiude di nuovo la prima generazione partenogenetica. Molto diverse fra loro sono le due generazioni eterogenetiche nei parasitici trematodi. Dall'uovo fecondato degli ermafroditi distomi nascono delle *nutrici* (larve pedogenetiche) di struttura molto semplice, nell'interno delle quali, da ovocellule non fecondate, nascono cercarie; queste intraprendono delle migrazioni e più tardi (entro ad un altro ospite) si trasformano nuovamente in distomi.

Strofogenesi (*sequela delle generazioni*). — Sotto questo concetto ho illustrato (nella *Morf. gen.*, II, 1866, pag. 104) le complicate condizioni che ci presenta la riproduzione cellulare tanto nelle fanerogame, come nei celomari. Non v'ha qui una vera alternanza di generazioni, poichè dall'ovocellula fecondata si svolge di nuovo direttamente l'organismo pluricellulare coi suoi tessuti. Ma questo processo rassomiglia alla metagenesi in ciò che lo stesso processo di sviluppo ontogenetico riposa su divisione cellulare spesso ripetuta. Numerose generazioni di cellule provengono per divisione da una cellula-stipite (l'ovocellula fecondata) prima che due di queste cellule si differenzino di nuovo sessualmente e formino una « generazione di cellule sessuali ». Ma la differenza essenziale sta in ciò che tutte queste generazioni di cellule, tanto nel corpo degli animali superiori come in quello delle fanerogame, rimangono riunite insieme quali parti di *un unico Bionte* (di un « individuo fisiologico » unitario); per contro nella metagenesi ciascun ciclo di generazione si compone di più bionti i quali vivono indipendentemente quali forme diverse, spesso diverse a tal segno che dapprima furono credute animali di classi differenti, per esempio polipo e medusa. Perciò anche il ciclo riproduttivo delle fanerogame non si deve chiamare generazione alternante, sebbene esso si sia svolto (per eredità abbreviata) da quella delle felci.

Ipogenesi. — Questo concetto comprende tutte le semplici forme di riproduzione sessuale senza alternanza di generazione. Il ciclo riproduttivo si compie quale ciclo chiuso in uno stesso bionte o individuo fisiologico, dall'ovo sino all'ovo. Questa maniera di sviluppo è la consueta nel più degli animali e vegetali superiori; essa può svol-

gersi con o senza *metamorfosi* o trasformazione. Gli stati giovanili che in quest'ultima appaiono transitoriamente e che si distinguono dalla forma sessualmente adulta pel possesso di organi provvisorii (organi larvali) i quali più tardi scompaiono (per es. il girino della rana, il bruco della farfalla) sono in generale chiamati larve.

Ibridismo (*produzione di bastardi*). — Per solito solo gli individui di una stessa specie mostrano di contrarre fra loro unioni sessuali e di generare una prole feconda. Anzi questo dato era tenuto una volta per un dogma importante e serviva per la definizione dell'indeterminato concetto di specie; si diceva: « Se due animali o vegetali producono fra loro figli fecondi essi appartengono ad una stessa buona specie ». Questa proposizione, che una volta serviva di appoggio al dogma della costanza della specie, è da molto tempo caduta. Noi sappiamo ora da molti sicuri esperimenti che non solo due specie strettamente affini, ma persino due specie di generi differenti, possono in date circostanze unirsi sessualmente, e che i *bastardi* (*ibridi*) così prodotti possono essi stessi fra di loro o con uno dei genitori generare discendenti fecondi. Frattanto la tendenza a questo *ibridismo* varia molto e dipende dalle ignote leggi dell' « affinità sessuale ». Questa affinità deve avere la sua base nelle proprietà chimiche del plasma delle due cellule copulantisi, ma sembra mostrare una grande indeterminatezza d'azione. Di regola i bastardi offrono una miscela dei caratteri dei due genitori.

Numerosi sperimenti moderni hanno mostrato che gli ibridi sono più robusti e si possono riprodurre più vigorosamente che i discendenti puri, mentre pure unioni consanguinee fra questi ultimi hanno in ultimo un'azione nociva: è utile di quando in quando rinfrescare il sangue con sangue estraneo. Si ha dunque affatto l'opposto di quanto affermava una volta il dogma della costanza della specie. Del resto per la determinazione del concetto di specie la questione dell'ibridismo non ha alcun valore. È assai verosimile che molte cosidette « buone specie » che hanno caratteri relativamente fissi non siano altro che ibridi costanti. Ciò vale sopratutto per certi animali marini inferiori i cui prodotti sessuali sono versati a masse nel mare e formicolano a miliardi gli uni fra gli altri. Poichè di diverse specie di pesci, crostacei, ricci di mare, vermalii ecc., noi sappiamo che molto facilmente se ne possono ottenere colla fecondazione artificiale dei bastardi e che questi si possono mantenere costanti, nulla impedisce di credere che tali ibridi si mantengano costanti anche allo stato di natura.

Scala delle forme di riproduzione. — Il rapido sguardo che abbiamo qui gettato sulle molteplici forme di riproduzione basta per

mostrare la straordinaria ricchezza di questa « meraviglia della natura ». Se ci addentrassimo più oltre nelle sue particolarità noi potremmo ancora distinguere centinaia di curiose varianti di questo processo sul quale riposa la conservazione della specie. Ma il più importante sta nel fatto che tutte le diverse forme di tocogonia mostrano di essere i segmenti continui di una stessa catena. I gradi di questa lunga scala salgono ininterrottamente dalla semplice divisione cellulare dei protisti alla monogonia degli istoni e da questa alla complicata anfigonia degli organismi superiori. Nel caso più semplice, nella divisione cellulare delle monere, la moltiplicazione (per semplice divisione trasversa) non è manifestamente altro che accrescimento trasgressivo. Ma anche il preludio al differenziamento sessuale, la copulazione di due cellule uguali (gameti), non è propriamente altro che una speciale forma di questo accrescimento. Quando poi i due gameti per divisione di lavoro divengono diseguali, quando il pigro e maggiore macrogamete accumula in sè provviste alimentari, ed il piccolo, mobilissimo microgamete cerca a nuoto il primo, è già con ciò espresso il contrasto fra l'ovocellula femminea e la spermocellula maschile. Con ciò è già dato il carattere essenziale della generazione sessuale.

Moltiplicazione degli anorgani. — La riproduzione degli organismi viene spesso ammirata come una particolarmente enigmatica « meraviglia della vita », come una funzione vitale che meglio d'ogni altra distingue i corpi naturali viventi da quelli inanimati. L'errore di questo concetto dualistico diviene manifesto quando si consideri senza preconcetti, nel suo nesso filogenetico, l'intera *scala* delle diverse forme di riproduzione, dalla semplice divisione cellulare sino alle più complicate forme della riproduzione sessuale. Dovunque se ne ricava che è l'*accrescimento trasgressivo* quello che dà la prima spinta al formarsi di nuovi individui. Ma lo stesso vale per la moltiplicazione dei corpi naturali anorganici, in grande dei corpi celesti, in piccolo dei cristalli. Quando un *sole* roteante crescendo continuamente per le meteoriti che vi cadono oltrepassa un certo limite, all'equatore si staccano per forza centrifuga degli anelli nebulosi i quali si trasformano in nuovi pianeti. Anche qualsiasi anorgico *cristallo* ha certi limiti di accrescimento individuali (determinati dalla sua costituzione chimica e molecolare); questi non si possono varcare per quanta acqua madre si aggiunga, piuttosto nuovi cristalli (cristalli figli) si adagiano allora sul cristallo già esistente. Anche i cristalli nascenti « si moltiplicano ».

NONA TABELLA

Scala della Monogonia (della riproduzione asessuale).

I. — Primo grado: Dimezzamento (Emitomia).

La semplice cellula in accrescimento si divide per semplice strozzamento in due metà uguali (l'esistenza « individuale » della cellula-madre cessa colla divisione di questa in cellule-figlie).

1° *Emitomia delle cellule primitive anucleate:* la più semplice ed antica forma di riproduzione, esclusivamente propria delle cromacee (fitomonere) e dei batterii (zoomonere).

2° *Emitomia delle cellule nucleate* con divisione nucleare diretta (amitotica): molti protisti di gruppi antichi ed inferiori. Cellule indifferenti dei tessuti degli istoni (leucociti).

3° *Emitomia delle cellule nucleate* con divisione nucleare indiretta (mitotica): è la forma consueta di divisione cellulare nei tessuti degli istoni (anche nei protisti superiori).

II. — Secondo grado: Divisione multipla (Politomia).

La semplice cellula in accrescimento si scinde per divisione multipla (diretta o indiretta) del nucleo in quattro, otto o più, spesso in numerose, cellule-figlie. Sulla politomia è per lo più (ma non sempre) basata la sporulazione o *sporogonia*.

4° *Staurotomia* o divisione in croce. Il nucleo della semplice cellula si divide in croce prima in due, poi in quattro, otto, sedici, ecc. parti uguali; lo stesso avviene nel *celleus*.

5° *Conitomia* o frammentazione, o polverizzazione. Il nucleo della semplice cellula si risolve ad un tempo in molti piccoli frammenti; solo dopo la separazione di questi anche il *celleus* si scinde in un pari numero di pezzi protoplasmatici, ognuno dei quali circonda un frammento nucleare e forma una nuova cellula (spora). Riproduzione di molti protofiti (algarie) e protozoi (sporozoi, rizopodi).

6° *Lisotomia* o divisione libera con dissolvimento del nucleo. Il carioplasma del nucleo si scioglie nel citoplasma del corpo cellulare. Allora si formano contemporaneamente per addensamento (« liberi ») in esso molti piccoli nuclei; ciascuno di essi si circonda di una porzione di protoplasma.

III. — Terzo grado: Gemmazione (*gemmatio*).

Parte dell'organismo cresce più fortemente e si separa come *gemma* dal genitore (l'organismo generatore non si distrugge come individuo, come avviene nella scissione, ma persiste e può ripetere spesso la gemmazione). La gemmazione è rara nei protisti, più frequente negli istoni.

7° *Gemmazione terminale.* Per maggiore accrescimento ad un polo dell'asse longitudinale nascono gemme *terminali;* l'asse longitudinale del genitore e quello del figlio coincidono: segmenti del caule delle fanerogame; strobilazione delle acraspede.

8° *Gemmazione laterale.* Per maggiore accrescimento all'esterno degli assi longitudinali nascono gemme *laterali;* gli assi longitudinali dei genitori e quelli dei figli non coincidono: gemme ascellari ed avventizie dei metafiti e dei metazoi coloniali (polipi, coralli, briozoi, ecc.).

9° *Gemmazione interna.* Le gemme nascono in *cavità interne* dei metazoi (cavità stomacale delle meduse, cavità branchiale delle salpe).

DECIMA TABELLA

Scala dell'Anfigonia (della riproduzione sessuale).

I. — Primo grado: Isogamia o zigosi.

Copulazione dei protisti. Due cellule omogenee (gameti o zigoti) *si fondono* insieme e formano una nuova cellula (*zigospora*).

II. — Secondo grado: Ovogamia.

Copulazione di due cellule eterogenee (allogameti); le cellule femminili più grosse (macrogameti) sono fecondate da cellule maschili più piccole (microgameti); entrambe sono per lo più ancor mobili. Molti *protisti*.

III. — Terzo grado: Fecondazione.

Fusione di *ovocellule* e *spermocellule*. I macrogameti, immagazzinando materiali di riserva (vitello, materiale di nutrimento per l'embrione), diventano *ovocellule* tipiche, per lo più immobili (ovuli). I microgameti restano piccoli e si trasformano in mobili *spermocellule* (spermii, spermatozoi o spermatozoidi).

IV. — Quarto grado: Differenziamento di ghiandole sessuali (gonadi).

La formazione di ovocellule si limita a speciali *ghiandole sessuali femminili* (ginogonadi); esse si chiamano nelle alghe ovogonii o carpogonii, nei muschi e nelle felci archegonii, nelle fanerogame « nocelle », nei metazoi (tutti gli animali con tessuti) *ovarii*.

La formazione di spermocellule si limita a speciali *ghiandole sessuali maschili* (androgonadi); spermogonii o spermatangii, anteridii, *sacchi pollinici;* nei metazoi spermarii o *testicoli*.

V. — Quinto grado: Formazione di condotti sessuali (gonodotti).

Per l'emissione delle due sorta di cellule sessuali (nei metazoi superiori) si differenziano speciali condotti o canali: nel sesso femminile gli *ovidotti*, nel maschile i *vasi deferenti* (spermodotti).

VI. — Sesto grado: Formazione di organi di accoppiamento (copulativi).

Per ottenere la sicura unione delle due sorta di cellule sessuali (specialmente negli istoni terrestri) si sviluppano speciali organi per la trasmissione dello sperma maschile nel corpo femmineo contenente le ova: collo dell'archegonio, stimma e stilo dei fiori delle fanerogame; vagina dei metazoi femminei. *Organo copulatore* (pene) nei metazoi maschili.

UNDICESIMA TABELLA

Scala del Gonocorismo (divisione dei sessi).

I. — Primo grado: Gonocorismo delle cellule.

Le due cellule sessuali copulantisi si distinguono poco per forma e grandezza. Le minori cellule maschili (microspore, androgameti) cercano le maggiori cellule femminili (macrospore, ginogameti) e si fondono con esse.

II. — Secondo grado: Gonocorismo dei tessuti.

Le due sorta di cellule sessuali diventano per forma e grandezza molto disuguali e nei diversi istoni si sviluppano in diversi territorii dei tessuti. Le minori cellule maschili si trasformano per lo più in cellule flagellate vivamente mobili, le maggiori cellule femminili in ovocellule immobili cariche di vitello nutritivo. Molti istoni inferiori.

III. — Terzo grado: Gonocorismo degli organi.

Le due sorta di cellule sessuali si sviluppano in organi separati di una stessa « persona » ermafroditica; le ghiandole sessuali maschili (*testicoli*, anteridii, sacchi pollinici) producono spermocellule. Separatamente da esse le ghiandole sessuali femminili (*ovarii*, ovogonii, archegonii) producono ovocellule.

IV. — Quarto grado: Gonocorismo delle « persone ».

Istoni diclini. Metafiti con distribuzione delle due sorta di ghiandole sessuali su diversi germogli (*thallus* o *culmus*). Mesofiti ed antofiti con fiori unisessuali. — Metazoi con persone maschili e femminili: la maggior parte degli animali superiori.

V. — Quinto grado: Gonocorismo delle colonie.

Cormi dioici di molti istoni. Dei cormi gli uni portano solo individui maschili, altri solo individui femminili. Fra i *metafiti* molti alberi (salici, pioppi) e molte piante acquatiche (*Myriophyllum*); fra i metazoi: il più dei polipai, alcune colonie di sifonofori.

DODICESIMA TABELLA

Scala dell'Ermafroditismo.

I. — Primo grado: Ermafroditismo delle cellule.

Una stessa cellula contiene ginoplasma femmineo ed androplasma maschile. Nella fecondazione dei gameti (fusione di due cellule ermafrodite omogenee) ha luogo uno scambio reciproco delle due sorta di sostanze sessuali. Copulazione di due gameti uguali in molti protisti (isogamia), specialmente differenziati negli infusorii ciliati.

II. — Secondo grado: Ermafroditismo delle cellule.

Uno stesso semplice tessuto (epitelio) produce cellule femminili (macrospore, ovocellule) e cellule maschili (microspore, spermocellule) senza che si sviluppino speciali ghiandole sessuali. Alghe fra i metafiti, spugne fra i metazoi.

III. — Terzo grado: Ermafroditismo degli organi.

Uno stesso organo produce come *ghiandola ermafroditica* (*gamadenia*) due sorta di cellule sessuali. Alcune rizocarpee (*Marsilea*, *Pilularia*) fra le felci, i gasteropodi polmonati ed alcuni bivalvi (acefali) fra i molluschi.

IV. — Quarto grado: Ermafroditismo delle « persone ».

Istoni monoclini. La gran maggioranza dei *metafiti*, piante con tessuti munite di fiori ermafroditi. Molti *metazoi* di gruppi inferiori: ctenofori, platodi, vermalii sedentari (briozoi), molti molluschi, singoli gruppi di articolati: cirripedi (fissi).

V. — Quinto grado: Ermafroditismo delle colonie.

Forme monoiche di molti istoni. Fra i *metafiti* la maggior parte dei cormi porta germogli monoclini (fiori ermafroditi) o germogli maschili e femminili (diclini) commisti. Fra i *metazoi* sono monoiche il più delle colonie dei sifonofori, pochi coralli.

TREDICESIMA TABELLA

Scala della Metagonia.

Specchio dei gradi principali della generazione alternante

(*Alternanza regolare di monogonia ed anfigonia*).

---

1. — Metagonia dei protofiti.

Parecchie generazioni asessuali di cellule che si moltiplicano semplicemente per scissione si alternano con una generazione sessuale; le due cellule che si copulano in quest'ultima sono originariamente gameti uguali (desmidiacee, diatomacee ed altre algarie); più tardi differenziati in macrospore femminee (ova) ed in microspore maschili (spermii); molte alghette (*Vaucheria* ed altre sifonee).

2. — Metagonia dei protozoi.

Parecchie generazioni neutre che si moltiplicano semplicemente per scissione o sporulazione si alternano con una generazione sessuale; i due gameti di quest'ultima sono primitivamente uguali, più tardi sessualmente differenziati. Molti protozoi, rizopodi ed infusorii.

3. — Metagonia dei metafiti.

Una generazione asessuale, la quale produce spore, si alterna con una generazione sessuale, la quale produce ovocellule e spermacellule. Nei *tallofiti* (alghe e funghi) la generazione sessuale dapprima presenta ancora pura isogamia (con copulazione di due gameti eguali), più tardi ovogamia (fecondazione di ovocellule per opera di spermii). Nei *diafiti* o archegoniati la generazione neutra forma paulospore, la sessuale archegonii femminei ed anteridii maschili. La generazione neutra dei muschi è uno sporogonio (urna), quella delle felci un cormofito (con radice, fusto e foglie sporifere).

4. — Metagonia dei metazoi.

Una generazione sessuale che produce ovocellule e spermocellule si alterna con una o più generazioni neutre che si moltiplicano per gemme o per spore. Nella primaria *metagonia progressiva* od *alternogonia* la generazione neutra (polipi) si moltiplica per gemmazione o scissione; gli animali sessuali (meduse) si moltiplicano per ova fecondate. Nella secondaria *metagonia regressiva* od *eterogonia* la generazione neutra si moltiplica partenogeneticamente (per ova non fecondate): afidi dafnidi.

DODICESIMO CAPITOLO

MOVIMENTO

Meccanica del plasma. — Foronomia. — Moto ciliare. Moto muscolare. — Libero arbitrio.

« L'enigma finora insoluto del movimento animale ci si presenta ora, se la teoria della tensione superficiale verrà convalidata dalle nuove ricerche, come un semplice problema di fisica e chimica. Si vede dunque con quanto poco diritto si sia da molti affermato che i fenomeni proprii della vita, specialmente il movimento degli organismi, non sieno interamente suscettibili di una spiegazione scientifica o che nella sostanza vivente vi sia ancora una speciale forma di energia la quale non si trova nella natura inanimata ».

JULIUS BERNSTEIN (1902).

SOMMARIO DEL CAPITOLO DODICESIMO

La meccanica quale dottrina del movimento (cinematica e foronomia). — Chimismo del movimento vitale. — Movimenti attivi e passivi. — Movimenti di imbibizione. — Meccanismi d'imbibizione. — Movimenti misti. — Movimenti di accrescimento. — Direzione del movimento vitale. — Direzione della forza di cristallizzazione. — Direzione della cosmocinesi. — Movimenti dei protisti. — Movimenti ameboidi, miofenici, idrostatici, secretorii e vibratorii. — Musculatura cutanea. — Organi attivi e passivi di movimento. — Raggiati, articolati, molluschi, vertebrati, mammiferi. — Movimenti dell'uomo.

BIBLIOGRAFIA

Isaac Newton, 1687. *Philosophiae naturalis principia mathematica*. Londra.

Johannes Müller, 1822. *De phoronomia animalium*. Bonn; *Von den Bewegungen* (Dei movimenti). Libro IV della *Physiologie des Menschen*, 1833. Coblenza.

Eugen Dühring, 1873. *Kritische Geschichte der allgemeinen Principien der Mechanik*. 3ª ediz., 1887 (Storia critica dei principii generali della meccanica).

Heinrich Hertz, 1894. *Die Principien der Mechanik in neuem Zusammenhange dargestellt* (I principii della meccanica, ecc.). Bonn.

Ernst Mach, 1897. *Die Mechanik in ihrer Entwickelung. Historisch-kritisch dargestellt*. 3ª ediz. (Sviluppo della meccanica, ecc.). Lipsia.

Ernst Haeckel, 1862. *Monographie der Radiolarien* (Monografia dei radiolari). Berlino.

Max Verworn, 1892. *Die Bewegung der lebendigen Substanz* (Il movimento della sostanza vivente). Jena.

Idem, 1894. *Vom Mechanismus des Lebens* (Del meccanismo della vita). Capit. IV dell'*Allgemeinen Physiologie* (Fisiologia generale), 4ª ediz., 1904.

Julius Bernstein, 1902. *Die Kräfte der Bewegung in der lebenden Substanz* (Le forze del moto nella sostanza vivente). Braunschweig.

Wilhelm Engelmann, 1879. *Physiologie der Protoplasma- und Flimmerbewegung* (Fisiologia del moto protoplasmatico e ciliare), nell'*Hermann's Handbuch der Physiologie*, Bd. 1.

Max Kassowitz, 1904. *Die dynamischen Leistungen des Protoplasma* (Le funzioni dinamiche del protoplasma). 3º vol. dell'*Allgem. Biologie*. Vienna.

Arnold Lang, 1888. *Ueber den Einfluss der festsitzenden Lebensweise auf die Thiere* (Sull'influenza della vita sedentaria sugli animali). Jena.

Traugott Trunk (N. Kurt), 1902. *Das Willensproblem in systematischer Entwickelung und kritischer Beleuchtung* (Il problema della volontà, ecc.). Weimar.

Paul Rée, 1903. *Die Willensfreiheit* (*Philosophie*) (Il libero arbitrio). Berlino.

Tutte le cose nell'universo si trovano in incessante movimento: *Universum perpetuum mobile!* In nessun luogo regna vero riposo; sempre lo stato di quiete non è che apparente o relativo. Il calore stesso, che continuamente varia, non è altro che moto. Nell'eterno circolo dei corpi celesti gli innumerevoli soli e pianeti si aggirano senza posa nell'infinito spazio. In ogni composizione e decomposizione chimica si muovono gli atomi, le particelle minime, e le molecole che di atomi si compongono. L'incessante ricambio materiale della sostanza vivente è collegato con un continuo movimento delle parti materiali di essa, con continua costituzione e distruzione delle molecole plasmatiche. Noi qui facciamo astrazione da tutti questi movimenti elementari della sostanza e ci limitiamo a considerare brevemente quei fenomeni di movimento che sono proprii della vita organica ed a compararli coi moti corrispondenti dei corpi naturali anorganici.

Meccanica (*Cinematica e Foronomia*). — Il concetto di dottrina del movimento o meccanica viene ora inteso in sensi molto diversi: 1° nel senso più vasto come *concetto cosmico* generale, ora equivalente al monismo, ora al materialismo; 2° in senso più stretto come *teoria fisica del movimento*, o scienza delle leggi dell'equilibrio e del moto in tutta la natura (organica ed anorganica); 3° in senso strettissimo come parte della fisica, quale *dinamica* o dottrina delle forze motrici in contrapposto alla statica o dottrina dell'equilibrio; 4° in senso puramente matematico come *cinematica*, parte della geometria occupantesi della determinazione matematica delle grandezze di movimento; 5° in senso biologico come *foronomia*, scienza del moto degli organismi nello spazio. Frattanto questi diversi modi di determinare quel concetto non sono affatto giunti ad essere ammessi e praticamente usati in modo generale e spesso sono variamente scambiati. Sarebbe meglio limitare, come qui faremo seguendo Giovanni Müller, il concetto di *foronomia* comprendendo sotto di esso

solo la scienza dei movimenti vitali che sono esclusivamente proprii degli *organismi* in contrapposto alla cinematica intesa come scienza esatta dei movimenti organici di tutti i corpi. Anche qui, come oggetto materiale, reale della foronomia, ci si presenta anzitutto il plasma, la « sostanza vivente » che forma il substrato materiale di tutti i movimenti vitali attivi.

Chimismo del movimento vitale. — Secondo il nostro concetto monistico l'intima essenza della vita organica consiste sempre in un *processo chimico* e questo è determinato da movimenti concatenati della molecola di plasma e degli atomi che la costituiscono. Poichè noi abbiamo già trattato nel capitolo 10° di questo *ricambio materiale*, ci limiteremo qui a notare che tanto i fenomeni generali del *moto plasmatico* molecolare come la speciale direzione che esso ha nelle singole specie di piante e di animali si deve essenzialmente ricondurre a quel chimismo e perciò sottostà alle stesse leggi della meccanica che governano tutti i processi chimici dei corpi naturali organici ed anorganici. Qui noi dobbiamo rilevare la nostra speciale opposizione contro al vitalismo il quale nella *direzione* del movimento plasmatico scorge l'influsso sopranaturale della mistica forza vitale o di fantasimi di dominanti (Reinke). Per contro noi concordiamo coll'Ostwald il quale riconduce anche questi complicati movimenti a trasformazioni di energia del plasma, cioè in ultima istanza a trasformazione di energia chimica. Riguardo ai *visibili* movimenti degli esseri viventi, che soli ora ci occupano, noi dobbiamo dapprima distinguerli in passivi ed attivi e questi ultimi in riflessivi ed autonomi.

Movimenti attivi e passivi. — Molti fenomeni di moto degli organismi viventi che i profani sono proclivi ad attribuire alla « vita » stessa sono puramente passivi e determinati sia da cause esterne, che non emanano dal plasma vivente, sia dalla natura fisica della sostanza organica ma non più viva. Ai *movimenti puramente passivi* che hanno grande importanza nella bionomia e corologia appartengono le correnti dell'acqua e del vento; esse provocano notevoli traslocamenti e « migrazioni passive » negli animali e nelle piante. È puramente fisico il cosidetto « moto molecolare browniano » che si può osservare a forte ingrandimento nel plasma di cellule tanto morte che viventi. Quando dei minuti granuli (p. es., fina polvere di carbone) sono sparsi uniformemente in un liquido di determinata consistenza essi presentano un uniforme moto tremulo o danzante; questo movimento di minimi granuli è passivo, determinato dagli urti delle invisibili molecole del liquido che continuamente rimbalzano

le une contro le altre. Nei rizopodi, quei notevoli protozoi il cui organismo unicellulare getta tanta luce sugli oscuri misteri delle « meraviglie della vita », si osserva nel plasma vivente una vistosa « corrente di granuli »; nell'interno citoplasma delle amebe errano qua e là in diversa direzione dei granuli; nei lunghi e tenui fili plasmatici o « pseudopodii » che irradiano dal corpo unicellulare dei radiolari e talamofori si muovono qua e là migliaia di minuti granuli, come viandanti su una strada. Questo movimento non parte dai passivi granuli, ma dalle attive invisibili molecole del plasma le quali continuamente mutano la loro reciproca posizione. Così pure i movimenti delle cellule sanguigne che si possono osservare col microscopio nella corrente sanguigna di un trasparente pesciolino e nella coda del girino di rana non sono determinati dall'attività vitale degli stessi globuli sanguigni ma dalla corrente del sangue la cui causa è l'attività del cuore.

Movimenti di imbibizione (*Meccanismi d'imbibizione*). — Ha parte importante nella vita di molti organismi, sopratutto piante superiori, quel fenomeno fisico che si chiama *inturgidimento* od *imbibizione;* esso consiste nel fatto che fra le molecole di corpi solidi penetra (assorbita dall'attrazione molecolare di esse) dell'acqua e le allontana l'una dall'altra. Così cresce il volume del corpo solido e vengono provocati dei movimenti i quali possono aver l'apparenza di processi vitali. Come è noto, l'energia di simili corpi « turgescenti » è potentissima; così coll'inframettere un cuneo di legno che tuffato nell'acqua si rigonfia si possono spaccare grandi sassi e massi rocciosi. Poichè appunto la membrana di cellulosa delle cellule vegetali possiede in alto grado (tanto nella cellula vivente come nella morta) questo potere di inturgidimento od imbibizione, i movimenti che ne risultano hanno grande importanza fisiologica. Ciò è sopratutto vero quando l'inturgidimento della parete cellulare è unilaterale e provoca l'incurvamento della cellula. In seguito ad ineguale tensione nel disseccamento molti frutti scoppiano e proiettano lontano i loro semi (p. es., nel papavero, nella bocca di leone, ecc.). Anche le capsule dei muschi riversano le loro spore in seguito ad incurvamenti da imbibizione (dei denti dell'orlo delle urne). I frutti igroscopici della gruaria (*Erodium*) allo stato secco sono avvolti a spira, allo stato umido diritti; essi vengono perciò usati come igrometri. Le cosidette piante risuscitanti (*Anastatica*, la « rosa di Gerico » e *Selaginella lepidophylla*) che secche sono raggomitolate, quando siano inumidite espandono le loro foglie pel forte inturgidirsi del lato interno di esse. Qui non v'ha un reale « risveglio della vita » (checchè nè pensino molti) più che

nella mitica « risurrezione della carne ». Tutti questi fenomeni d'imbibizione non sono veri « fenomeni vitali »; essi sono indipendenti dal plasma vivente ed unicamente determinati dalla natura fisica della morta membrana cellulare.

Movimenti autonomi e riflessi (*Moti spontanei e paratonici*). — Si contrappongono a questi movimenti passivi degli organismi i *movimenti attivi* i quali emanano dal *plasma vivente*. Certo che in ultima analisi anch'essi si devono ricondurre come i primi a leggi fisiche, ma le loro cause non sono così semplici e chiare, essendo invece legate ai complicati processi chimici molecolari che si compiono nel plasma vivente, processi che noi teniamo per certo che obbediscano alle leggi fisiche ma il cui complicato meccanismo ci è per ora ignoto. Noi possiamo dividere i molti diversi movimenti che così ci appaiono essere *vitali* in stretto senso e che prima sembravano testimoniare in favore della mistica « forza vitale » in due gruppi secondochè lo *stimolo* la cui percezione provoca il movimento è direttamente riconoscibile o no. Nel primo caso si tratta di cosidetti *movimenti di irritazione* (riflessi o paratonici), nel secondo caso di cosidetti *movimenti volontari* (moti autonomi o spontanei). Poichè in questi ultimi la volontà è *apparentemente* libera essi vengono da molti fisiologi lasciati in disparte e relegati nel dominio « metafisico » degli psicologi. Secondo il nostro concetto monistico è questo un grave errore che il cosidetto « psiconomismo » non può scusare invocando una falsa (puramente introspettiva) teoria della conoscenza. Piuttosto anche la volontà cosciente (come la « sensazione cosciente ») è un processo fisico e chimico tanto come il movimento incosciente od involontario (come la « sensazione incosciente »). Entrambi sono in pari misura soggetti all'onnipotente « legge della sostanza ». Solamente gli stimoli esterni che provocano i movimenti riflessi sono in massima parte noti e sperimentalmente scrutabili; per contro quelli che stanno a base della volontà sono in massima parte ignoti e non direttamente accessibili all'esame, essi sono determinati dalla complicata struttura del psicoplasma la quale fu gradatamente acquistata in processi filogenetici nel corso di molti milioni di anni.

Volontà e volere. — Il grande enigma cosmico della *volontà* e del *libero arbitrio*, il settimo ed ultimo degli « enigmi del mondo » di Dubois-Reymond, venne già da me trattato estesamente nei « Problemi dell'universo » (capitolo VII). Poichè tuttavia gli strani dissidii intorno a questa grave questione psicologica, l'imprecisa nozione della sua vera essenza e la confusione che ne nasce, permangono tuttora,

devo qui ancora una volta intrattenermi alquanto su questo punto. Anzitutto giova ricordare che è più esatto il restringere il concetto di *volontà* (*voluntas*) ai movimenti intesi ad uno scopo e accompagnati da *coscienza* che si compiono nel sistema nervoso centrale dell'uomo e degli animali superiori e per contro il designare come tendenze o *tropismi* i corrispondenti processi inconscii che si compiono nel psicoplasma di animali inferiori come pure di tutti i vegetali e protisti. Infatti solo quel complesso meccanismo della perfezionata struttura cerebrale degli animali superiori collegata coi differenziati organi di senso da un lato, coi muscoli dall'altro rende possibili le azioni dirette con intenzione verso un determinato scopo le quali noi siamo soliti a comprendere sotto il nome di volere.

Movimenti misti. — Per quanto sembri a primo aspetto chiara la distinzione teorica tra i movimenti volontari (autonomi) e quelli involontari (riflessi), in pratica non è poi possibile applicarla in modo generale. Anzitutto noi possiamo agevolmente persuaderci che quelle due forme di movimento trapassano senza precisi confini l'una nell'altra (come la sensazione cosciente ed incosciente); quella stessa azione che dapprima appare come un atto cosciente di volontà (p. es., nel camminare, parlare, ecc.) può poco dopo essere ripetuta come inconscia azione riflessa. Secondariamente vi sono molti ed importanti movimenti misti o moti istintivi nei quali la spinta (o lo scatto) è determinata parte da stimoli interni, parte da esterni. A questi appartengono segnatamente gli importanti movimenti di accrescimento.

Movimenti di accrescimento. — Ogni corpo naturale che cresca si estende e occupa un più ampio spazio e perciò esercita nelle sue parti certi movimenti; ciò vale tanto per gli anorgici cristalli come per gli organismi viventi. Ma un'importante differenza tra l'accrescimento degli uni e quello degli altri consiste anzitutto in ciò che i cristalli crescono per *apposizione* di nuove particelle, le cellule invece per *intussuscezione* (cfr. pag. 42) cioè assumendo nell'interno del plasma nuove particelle. In secondo luogo nell'accrescimento che determina l'intero aspetto dell'organismo cooperano sempre due importanti fattori, l'interno stimolo che dipende dalla peculiare costituzione chimica della specie il quale è trasmesso per *eredità* e lo stimolo esterno che è dato immediatamente dalla luce, calore, gravità ed altre condizioni fisiche dell'ambiente e che determina l'adattamento (fototassi, termotassi, geotropismo, ecc.).

Direzione dei movimenti vitali. — Una speciale particolarità di molti fenomeni vitali di movimento (ma non certo di tutti) è la deter-

minata *direzione* di essi; si dà soventi ad essi come attributo la *coscienza dello scopo*. Intesa in senso teleologico essa forma uno dei più diletti e più gravi argomenti in favore del concetto cosmico dualistico dell'antico e del nuovo vitalismo. Specialmente il Baer ha per tal modo insistito sulla *finalità* (o tendenza allo scopo) di tutti i movimenti vitali. Un'espressione più determinata le fu data recentemente da Reinke (l. c.). Le sue « dominanti » sono « intelligenti forze direttive » teoricamente diverse da qualsiasi forma d'energia o forza naturale e non soggette alla legge della sostanza. Questi metafisici « spiriti della vita » equivalgono all'« anima » immortale della psicologia dualistica od all'« emanazione di Dio » dell'antica teosofia; essi non solo regolerebbero la speciale evoluzione e conformazione di ciascuna specie di animale e di pianta indirizzandola ad uno scopo predeterminato ma determinerebbero pure tutti i singoli movimenti dell'organismo e dei suoi organi giù fino alle cellule. Queste « forze iperenergetiche » equivalgono al « principio organizzatore » ed alla « volontà incosciente » di Edoardo Hartmann, alle « forze ordinatrici e dominatrici del protoplasma » di Hanstein ed altri. Tutti questi concetti metafisici, sopranaturalistici e teleologici, come pure le antiche idee mistiche intorno ad una speciale « forza vitale » riposano su ciò che la ragione giudicante rimane accecata dall'apparente libertà di arbitrio e dall'adattamento allo scopo che si osserva negli organismi superiori. In tale occasione si dimentica il fatto che quella tendenza verso uno scopo è filogeneticamente nata dai semplici movimenti fisici di organismi inferiori. D'altra parte non si tien conto del determinato « indirizzo delle forme anorganiche di energia » oppure lo si nega, e pure questo è manifesto tanto nell'origine di un cristallo come nella composizione dell'intero universo, nella direzione del vento come nel circolo dei pianeti. È dunque importante tener sempre presenti queste due forme di energia meccanica ed insistere sul fatto che la loro essenza è la stessa che quella degli indirizzi dei moti vitali.

Direzione della forza di cristallizzazione. — Il movimento di massa che è in azione nel semplice corpo chimico quando si formi un cristallo mostra una determinata direzione tanto come quello che si manifesta nel plasma quando si formino delle cellule. Sotto a questo come sotto ad altri rispetti il paragone tra la cellula ed il cristallo, come lo istituivano già i fondatori della teoria cellulare Schleiden e Schwann (1838) è affatto giustificato sebbene esso per altri rispetti non fosse esatto. Quando si forma un cristallo nell'acqua madre le particelle omogenee della sostanza chimica si ordinano in

direzione e disposizione al tutto determinate, cosicchè ne nascono matematicamente determinabili piani ed assi di simmetria nell'interno, spigoli ed angoli alla superficie. La moderna cristallografia distingue generalmente, in seguito a ciò, sei diversi « sistemi cristallini ». Tuttavia una stessa sostanza può in diverse condizioni cristallizzare in due e persino in tre sistemi diversi (dimorfismo e trimorfismo dei cristalli); così, p. es., il carbonato di calce cristallizza come spato calcare nel sistema esagonale, come aragonite nel sistema rombico. Se Reinke potesse pensare in modo logico, egli dovrebbe anche per ciascun cristallo ammettere una dominante la quale determini nella formazione di essa la posizione e direzione delle particelle materiali. Strano a dirsi, egli afferma (1899, pag. 142) che la direzione « non è una quantità misurabile » come l'energia e perciò non è soggetta come questa alla legge della sostanza. La « direzione della forza formativa » si può determinare matematicamente nel cristallo tanto come nella cellula.

Direzione della cosmocinesi. — Se noi sotto il concetto di cosmocinesi comprendiamo il complesso dei movimenti dei corpi celesti nello spazio, noi non possiamo negare una determinata direzione di essi in particolare quand'anche i loro esatti rapporti ci siano ancora parzialmente ignoti. Noi calcoliamo e conosciamo con esattezza matematica le distanze e velocità come pure la direzione dei movimenti dei pianeti roteanti attorno al nostro sole; noi concludiamo dalle nostre osservazioni e dai nostri calcoli astronomici che una stessa regolarità domina anche i movimenti degli altri innumerevoli corpi celesti nello spazio infinito. Ma noi non conosciamo nè il primo impulso nè il termine ultimo di questi complicati movimenti.

Solo, dalle grandiose scoperte della fisica moderna, appoggiandoci all'analisi spettrale ed alla fotografia del cielo, noi possiamo trarre la conclusione che da un lato l'universale legge della sostanza e dall'altro la legge evolutiva dell'eterno « divenire e svanire » signoreggiano la mobile società dei giganteschi corpi celesti come il vivente formicolio dei minimi organismi che da milioni d'anni popolano il nostro piccolo pianeta. Reinke (specialmente per essere un credente teista e conoscitore della Bibbia) dovrebbe tuttavia ammirare l'intelligenza cosmica dell'Essere supremo in questi movimenti dei corpi celesti e le emanazioni di essa, le « dominanti », nella reale direzione di questi movimenti come egli le ammira nelle correnti plasmatiche dei piccoli esseri organici.

Movimenti dei protisti. — Le molteplici gradazioni che ci si presentano nei movimenti vitali degli organismi superiori trovano già

espressione entro al regno dei protisti. Anche qui hanno anzitutto grande interesse le *cromacee*, le più semplici forme delle monere vegetali, ed i *batterii* che noi consideriamo come le forme di monere animali che ad esse corrispondono e che da esse sono nate per metafitismo. Poichè in queste « cellule primitive anucleate » non si può riconoscere col microscopio un'« organizzazione intesa ad uno scopo » e non si possono scorgere nel loro omogeneo corpo plasmatico organi diversi noi dobbiamo considerare anche i loro movimenti come immediate funzioni della loro struttura molecolare chimica. Ma lo stesso vale anche per moltissime cellule nucleate, tanto fra i protofiti che fra i protozoi; solo le condizioni non son qui così semplici perchè nella divisione cellulare indiretta tanto il nucleo cellulare quanto il circostante corpo della cellula mostrano nel loro plasma minuti movimenti molto complicati (cariocinesi). Astrazione fatta da questi, in molti esseri unicellulari (per es., paulotomee, calcocitee), non si può scorgere nulla che si possa interpretare come un « movimento vitale ».

Anche riguardo ai fenomeni di movimento stanno sul limite fra la natura organica e l'anorganica le più semplici forme delle cromacee: le croococcacee. Solo i piccoli mutamenti di forma che avvengono durante la loro divisione per scissione lasciano riconoscere in queste amorfe sfere plasmatiche il movimento vitale. Gli interni movimenti molecolari della sostanza vivente che determinano il loro semplice ricambio plasmodomo ed il loro accrescimento si sottraggono al nostro sguardo. La stessa riproduzione, nella sua semplicissima forma di scissione, non appare che come un accrescimento sovrabbondante il quale va oltre i limiti della misura individuale di grandezza della omogenea sfera plasmatica (cfr. capit. IX e X).

Movimenti interni del plasma (Plasmocinesi). — La gran maggioranza dei protisti si presenta individualmente sotto la forma di una vera *cellula* nucleata. Qui dunque si possono già distinguere nell'organismo unicellulare due diversi indirizzi di forme di movimento, movimenti interni nel carioplasma del *nucleo*, esterni nel citoplasma del *corpo cellulare;* entrambi durante il rimarchevole dissolvimento parziale (*cariolisi*) vengono in intimo rapporto reciproco. In questa trasformazione e parziale dissoluzione dei loro elementi formali noi osserviamo durante la divisione cellulare indiretta complicati movimenti, il cui significato non c'è che imperfettamente noto, i quali vengono eseguiti tanto dai granuli di cromatina come dai fili di acromina e che si sono riuniti sotto il concetto di *cariocinesi* (movimento nucleare); si cerca ora di spiegarli in modo puramente fisico. Lo stesso è delle interne « correnti plasmatiche » che si possono

osservare tanto nei plasmodii delle amebe e dei micetozoi quanto nell'endoplasma di molti protofiti e protozoi.

Movimenti ameboidi. — Spesso i lenti spostamenti delle molecole plasmatiche che stanno a base di questi interni movimenti del plasma producono inoltre nelle semplici cellule nude mutamenti della forma esterna; alla superficie di queste spuntano variabili prolungamenti lobiformi e digitiformi, i *lobopodii.* Poichè essi si possono sopratutto osservare bene nelle comuni *amebe* (semplicissime cellule nude nucleate) questi movimenti vengono detti *moti ameboidi.* Ad essi si rannoda il mutevolissimo moto dei maggiori *rizopodi,* dei radiolari e talamofori. Qui centinaia di tenui filamenti irradiano dalla superficie del nudo corpo plasmatico; anche la svariatissima formazione di questi *pseudopodii,* la loro ramificazione e il loro collegamento a rete (senza indirizzo determinato) si vogliono ora da esatti conoscitori dei rizopodi, come Bütschli, Riccardo Hertwig, Rhumbler ed altri ricondurre a semplici cause fisiche.

Più ardua è già la cosa nei protozoi superiormente differenziati, negli *infusori;* qui la libera locomozione dell' unicellulare protozoo raggiunge una maggiore perfezione pel fatto che dalla superficie della cellula sporgono produzioni piliformi costanti (pochi e lunghi flagelli nei flagellati, molte brevi ciglia nei ciliati) che per avvicendata *contrazione* ed *espansione* sono mosse in simile modo come gli arti, i tentacoli e le zampe negli animali superiori. L'apparente volontarietà e la molteplice modulazione degli svariati movimenti di questi animali in alcuni infusori li fa tanto rassomigliare ai movimenti volontari autonomi dei metazoi, che appunto per questa ragione molti studiosi degli infusori ammettono in essi un'anima cellulare individuale (persino cosciente). La differenza fra le molteplici estrinsecazioni motorie della vita è dunque già entro al regno dei protisti molto importante. Da una parte le infime *monere* (cromacee) si rannodano immediatamente ai fenomeni anorganici. D'altra parte gli *infusori* più altamente sviluppati (ciliati) mostrano nei loro differenziati ed autonomi movimenti tanta rassomiglianza cogli animali superiori che ad essi, tanto come a questi, si potrebbe attribuire un « libero arbitrio ». Anche qui non esistono limiti precisi.

Movimenti per miofeni. — In gran parte dei protozoi superiori si sviluppano già organi di moto differenziati i quali sono paragonabili ai muscoli dei metazoi. Nel citoplasma si differenziano strutture filiformi contrattili le quali, come le fibrille muscolari o miofibrille dei metazoi, hanno la facoltà di contrarsi in una data direzione per poi di nuovo distendersi. Simili miofeni o mionemi formano in molti

infusori, tanto ciliati che flagellati, uno speciale strato sottile di filamenti parallelamente disposti od incrociati sotto all'esoplasma o strato tegumentare ialino della cellula. La forma metabolica del corpo degli infusori può dalle loro autonome contrazioni venire variamente mutata. Sono peculiari miofeni i *miofrischi* degli acantarii, filamenti contrattili i quali cerchiano gli aculei radiali di questi radiolari. Essi si applicano contro al loro invoglio gelatinoso esterno, alla calimna, e col loro contrarsi ne determinano l'espansione e con essa una diminuzione del peso specifico.

Movimenti idrostatici dei protisti. — Molti protofiti e protozoi acquatici godono di locomozione autonoma od indipendente e questa suscita spesso l'idea di un atto di volontà. Appartengono ai più semplici protozoi d'acqua dolce gli *arcellini* o tecolobosi (*Difflugia*, *Arcella*), piccoli rizopodi che si distinguono dalle nude amebe per possedere un solido guscio. Per solito essi vanno strisciando sul fango del fondo, ma in certe circostanze essi salgono anche alla superficie dell'acqua. Come fu mostrato da Guglielmo Engelmann, essi determinano questo movimento idrostatico per mezzo di una piccola vescicola di acido carbonico la quale rigonfia il loro corpo unicellulare come un aerostato; il peso specifico del corpo cellulare che per sè è più pesante dell'acqua, viene così sufficientemente diminuito. In simil guisa gli eleganti radiolari che vivono librandosi (come plancton) a diverse profondità del mare, salgono e scendono in esso. Il loro corpo unicellulare (originariamente sferico) viene diviso da una speciale membrana in una capsula centrale interna più salda ed in un molle invoglio gelatinoso esterno. Quest'ultimo (designato col nome di calimna) è attraversato da molte vescicole acquee o vacuoli. In questi vacuoli si può, in seguito a processi osmotici, secernere dell'acido carbonico oppure far penetrare acqua pura (senza i sali dell'acqua marina), così il peso specifico della cellula viene diminuito e questa sale alla superficie. Quando essa vuole nuovamente affondarsi e rendersi più pesante i vacuoli scoppiano e si svuotano del loro più leggero contenuto. Questi movimenti idrostatici dei radiolari (pei quali si sono negli acantari sviluppati ancora, come disposizioni più complicate, i miofrischi) raggiungono con semplici mezzi lo stesso scopo motorio che nei sifonofori e nei pesci è ottenuto mediante la vescica natatoria piena d'aria e volontariamente contrattile.

Movimenti per mezzo di secrezioni nei protisti. — Un gran numero di unicellulari modifica la sua posizione in modo singolarissimo col secernere da un lato del corpo un tenace muco che appiccicano sul fondo. Continuando la secrezione viene a formarsi un lungo

peduncolo gelatinoso lungo il quale la cellula si spinge scivolando lentamente come un battello per mezzo di un remo. Fra i protofiti presentano questa locomozione secretoria molte desmidacee e diatomee, fra i protozoi alcune gregarine e rizopodi. Anche i singolari movimenti oscillatorii delle oscillarie (catene filiformi di glauche cellule anucleate, prossime alle cromacee) sono dovuti ad una secrezione di muco. Per contro i moti scivolanti di alcune diatomee è probabile che siano determinati da sottili prolungamenti (ciglia vibratili?) del plasma, i quali sporgono sia dalla sutura (*raphe*) della loro conchiglietta silicea bivalve, sia da fini pori di questa.

Movimento ciliare dei protisti (*Vibrazione*). — Ha speciale importanza per la facile e rapida locomozione di molti unicellulari il formarsi di tenui prolungamenti piliformi alla superficie del loro corpo; essi sono detti in vasto senso *vibratorii* (*vibratoria*). Quando si presentano solo pochi lunghi filamenti simili ad una frusta questi sono chiamati *flagelli*, molti brevi sono detti invece *ciglia*. Il *movimento per mezzo dei flagelli* si trova già in parte dei batterii, in special modo però negli « infusori flagellati » mastigofori; nei mastigoti fra i *protofiti*, nei flagellati fra i *protozoi*. Per solito spuntano qui uno o due, raramente più larghi e molto esili prolungamenti flagelliformi da un polo dell'asse longitudinale dell'ovale, tondeggiante od allungato corpo cellulare. Questi frustini o flagelli sono fatti vibrare (in apparenza spesso volontariamente) in varia guisa e servono non solo al nuoto od allo strisciamento, ma anche a toccare ed afferrare il nutrimento. Simili cellule flagellate sono però anche molto sparse nel corpo dei metazoi per solito addensate in modo da formare un esteso strato sulla superficie esterna ed interna (epitelii flagellati). Le cellule flagellate che si stacchino da quest'unione possono (quali bionti parziali, pagina 138) seguitare a vivere indipendentemente, continuare i loro movimenti e rassomigliare ad infusori flagellati liberi. Lo stesso vale per le spore erranti di molte alghe e per le più notevoli di tutte le cellule flagellate, gli spermii, o corpuscoli seminali degli animali e delle piante. Essi rassomigliano per lo più ad uno spillo prolungandosi il loro capo tondo, ovale o piriforme, spesso anche bacillare in un lungo e tenue filamento. Quando, duecento anni sono, si scoprirono nel vivace brulichìo del mucilagineo seme dell'uomo, si credette che essi fossero realmente animali indipendenti e si diede loro il nome di animalcoli spermatici (*spermatozoa*). Solo molto più tardi (60 anni sono) si conobbe che essi sono cellule glandulari staccate il cui scopo è la fecondazione dell'ovocellula (cfr. pag. 221). In pari tempo risultò che simili cellule ciliate

occorrono anche in molti vegetali (alghe, muschi e felci). Molte di esse (per es., gli spermatozoidi delle cicadee) invece di pochi lunghi flagelli posseggono numerose brevi ciglia e rassomigliano ai superiori infusori ciliati.

Il *moto ciliare dei ciliati* appare come la più perfetta forma di movimento vibratile perchè le numerose e brevi ciglia vibratili sono già adoperate dagli infusori per scopi diversi e perciò hanno assunto, per divisione di lavoro, diverse forme. Talune ciglia vengono utilizzate per correre o nuotare, altre per afferrare e palpare, ecc. Le cellule vibratili appaiono socialmente collegate nell'epitelio vibratile di animali superiori, per es. nei polmoni, nella cavità nasale e nell'ovidotto dei vertebrati.

Movimenti degli istoni. — Mentre negli unicellulari protisti i quali non formano tessuti tutti i movimenti vitali appaiono direttamente come funzioni attive del plasma, negli istoni, negli organismi pluricellulari formanti tessuti, essi sono invece il risultato dei movimenti combinati delle numerose cellule che compongono il tessuto. Esaminando accuratamente l'anatomia e sperimentando la fisiologia dei processi motori negli istoni, si deve dunque scrutare ancora la natura e la funzione delle speciali cellule collegate a formare tessuti e poi la struttura e le funzioni dello stesso tessuto. Quando noi, partendo da questa considerazione, guardiamo nel loro complesso i molteplici fenomeni di movimento attivo degli istoni ci si presenta nella fisonomia dei due regni dei metazoi una corrispondenza essenziale inquantochè nei gradi inferiori è chiaramente riconoscibile il carattere fisico dei processi motori e la possibilità di ricondurli a trasformazioni di energia che avvengono nel plasma delle cellule costituenti i tessuti. Invece nei gradi superiori appaiono vistose differenze inquantochè negli animali superiori spicca bene il carattere volontario di molti movimenti autonomi, e perciò alle questioni puramente fisiologiche dell'irritabilità, dell'accrescimento, ecc., si aggiunge, quale preteso problema « metafisico » della psicologia, il grande « enigma cosmico » del libero arbitrio.

Inoltre i metazoi, in seguito al superiore differenziamento dei loro organi di senso ed all'accentramento del loro sistema nervoso, mostrano una molto più grande varietà e complicazione di movimenti che non i metafiti. I primi godono per lo più di libera locomozione, gli ultimi no. Anche lo speciale *meccanismo* degli organi di movimento è nei due gruppi molto differente. Gli organi motori più importanti sono nel più dei metazoi i *muscoli* i quali hanno sviluppato al più alto grado la facoltà della *contrazione* ed *espansione* in un senso deter-

minato. Invece nel più dei metafiti la massima parte dei movimenti dipende dalla tensione del plasma vivente, dal cosidetto *turgore* o potere d'inturgidimento della cellula vegetale. Questo viene determinato dalla pressione osmotica dell'interno succo cellulare e dall'elasticità della parete di cellulosa per tal modo distesa. Frattanto nei due casi, tanto come in tutti i fenomeni « vitali » sono in ultima analisi trasformazioni chimiche di energia entro all'attivo plasma quelle che devono considerarsi come la vera causa del « meravi glioso » fenomeno della vita.

Movimenti dei metafiti. — I metafiti sono, salvo poche eccezioni, fissati per tutta la vita al suolo e solo liberamente mobili per breve tempo nella primissima gioventù; essi rassomigliano in ciò agli infimi metazoi, spugne, polipi, coralli, briozoi, ecc. Così essi mancano di libera locomozione. I fenomeni di movimento che noi osserviamo in essi riguardano singole parti del corpo od organi. Essi sono in massima parte riflessi o paratonici, provocati da stimoli esterni. Solo poche piante superiori mostrano inoltre movimenti autonomi o spontanei la cui causa eccitatrice ci è ignota e che si possono paragonare alle azioni volontarie cosidette « libere » degli animali superiori. Le foglioline laterali di una papilionacea indiana (*Hedysarum girans*) senza spinta esterna si muovono roteando nell'aria come due braccia; in due minuti è compiuto un giro. Le variazioni dell'intensità luminosa sono qui senza influenza. Invece certi simili movimenti spontanei del trifoglio (*Trifolium*) e dell' acetosella (*Oxalis*) vengono eseguiti solo nell'oscurità, non alla luce. Le foglioline terminali del trifoglio pratense ripetono le loro oscillazioni, che spesso giungono a più di 120 gradi ogni 2-4 ore. La causa meccanica di questi spontanei « movimenti di variazione » sembra risiedere nelle variazioni della turgescenza.

Movimenti di turgescenza dei metafiti. — Mentre tali movimenti di turgescenza volontarii ed autonomi non si osservano che in pochi metafiti superiori, appaiono invece molto diffusi nel regno vegetale quei movimenti irritativi che si compiono collo stesso meccanismo. Ad essi appartengono segnatamente i moti nictitropici o movimenti del *sonno* di molte foglie e fiori che mettono le loro faccie perpendicolarmente ai raggi incidenti del sole; subentrando l'oscurità, le foglie si raccolgono, i calici dei fiori si chiudono. Molti fiori non sono anzi aperti che in certe ore del giorno, per lo più son chiusi. Il meccanismo delle oscillazioni di turgescenza che determina questi movimenti riposa sulla cooperazione della pressione osmotica dell'interno succo cellulare e dell'elasticità della distesa membrana cellulare che

circonda esternamente il citoplasma. La tensione della esterna membrana di cellulosa e dell'otricolo primordiale plasmatico applicato all'interno di essa cresce tanto per l'entrata di sostanze osmoticamente attive che la pressione interna sale a più atmosfere e la membrana elastica si estende del 10-20 per cento. Quando ad una simile cellula rigonfia o turgescente vien di nuovo sottratta dell'acqua, la membrana si contrae, la cellula diviene più piccola ed il tessuto più floscio. Come l'eccitamento luminoso così anche altri stimoli (calore, pressione, elettricità) possono provocare simili oscillazioni di turgore ed in seguito ad esse determinare certi moti riflessi (o « movimenti paratonici di variazione »). Ne dànno sorprendenti e notissimi esempi le carnivore muscipule (*Dionaea muscipula*) e le sensitive (*Mimosa pudica*); stimoli meccanici, scuotimento, compressione o toccamento delle foglie determinano il loro chiudersi.

Locomozione dei metazoi (*Metazoa*). — Il più degli animali superiori godono di libera e volontaria locomozione. Tuttavia essa manca ancora in molte classi inferiori le quali per la massima parte della vita stanno fisse al fondo delle acque, come le piante. Perciò questi animali vennero prima tenuti per piante, così le spugne, i polipi ed i coralli fra gli animali inferiori. Ma anche talune classi di animali superiori si sono adattate alla vita sedentaria, così i briozoi e gli spirobranchi fra i vermalii, poi molti molluschi bivalvi (ostriche, ecc.), le ascidie fra i tunicati, i pentacrini (crinoidi) fra gli echinodermi, anzi persino certi articolati elevati, come i tubicoli fra gli anellidi, i cirripedi fra i crostacei. Tutti questi metazoi fissi sono anche nella loro prima gioventù liberamente mobili e vanno nuotando allo stato di gastrula, od in altra forma larvale, nell'acqua. Essi non si sono abituati che in via secondaria alla vita fissa ed in seguito a questo adattamento hanno subìto notevoli cambiamenti, spesso fortissime regressioni, per esempio, perdita degli organi superiori di senso, delle gambe, persino dell'intero capo. Ciò fu mostrato molto chiaramente da Arnold Lang nel suo ultimo opuscolo sull'influenza della vita sedentaria negli animali (Jena 1888). L'esame di queste metamorfosi regressive è, per la teoria dell'eredità progressiva e della selezione, molto importante; esso dimostra in pari tempo l'alta influenza esercitata dalla libera locomozione in favore di un superiore sviluppo sensorio ed intellettuale degli animali e dell'uomo.

Movimenti ciliari dei metazoi. — In molti metazoi inferiori viventi nelle acque la superficie del corpo è coperta da un epitelio vibratile (*epithelium vibratorium*), cioè da uno strato di cellule copri-

trici che portano un lungo flagello vibrante e molte brevi ciglia. L'*epitelio flagellato* si trova sopratutto nei cnidari e nelle spugne; l'*epitelio ciliato* invece nei vermalii e molluschi. Poichè dai battiti dei flagelli e delle ciglia viene continuamente condotta una rinnovata corrente acquea sulla superficie del corpo, essi servono anzitutto alla respirazione cutanea, ma in molti metazoi minori essi servono in pari tempo alla locomozione; così nei gastreadi, nei turbellari, nei rotiferi, nei nemertini e nelle larve giovanili di molti altri metazoi. Il massimo sviluppo dell'apparato vibratile si trova negli ctenofori. Il corpo estremamente molle e delicato di questi celenterati fatti a cetriolo viene lentamente spinto a nuoto nell'acqua dai colpi di mille piccole piastrine remiganti; queste stanno in otto serie meridiane che corrono dalla bocca al polo apicale. Ciascuna piastrina risulta dai lunghi flagelli insieme saldati di un gruppo di cellule epiteliali.

Movimenti muscolari dei metazoi. — I più importanti organi di movimento dei metazoi sono i muscoli che costituiscono la vera « carne ». Il tessuto muscolare risulta di cellule contrattili, cioè di cellule la cui funzione esclusiva è la contrazione. La cellula muscolare contraendosi si accorcia mentre in pari tempo aumenta di diametro. In tal modo vengono ravvicinate due parti del corpo alle cui estremità sono fissati i capi di queste cellule. Nei metazoi inferiori le cellule muscolari non mostrano per solito alcuna struttura speciale; nei superiori invece il plasma contrattile subisce un peculiare differenziamento che sotto il microscopio appare come una « striatura trasversale » della cellula allungata. Perciò si distinguono questi « muscoli striati » dai semplici « muscoli lisci ». Quanto più energiche, rapide e definite si ripetono le contrazioni del muscolo, tanto più nettamente risulta il carattere della striatura trasversale, tanto più le particelle muscolari doppiamente rifrangenti si distinguono dalle monorifrangenti. Il muscolo striato « è la più perfetta dinamo che noi conosciamo » (Verworn). Il cuore normale dell'uomo compie, secondo Zuntz, un lavoro quotidiano di circa 20.000 chilogrammetri, cioè un'energia che basterebbe a sollevare d'un metro un peso di 20.000 chilogrammi. In molti insetti volatori (per es., moscherini), i muscoli alari eseguiscono in un secondo 300-400 contrazioni.

Muscolatura cutanea. — Nelle più basse ed antiche classi di metazoi la muscolatura si riduce ad una sottile lamina di carne che si distende sotto l'involucro cutaneo. Questo « tubo dermo-muscolare » risulta di cellule muscolari che in origine si producono dall'ectoderma come prolungamenti contrattili interni delle stesse cellule cutanee; così nei polipi. In altri casi si sviluppano cellule muscolari dalle

cellule connettive del mesoderma o foglietto medio; così negli ctenofori. Questa muscolatura mesenchimatosa è meno diffusa di quella muscolatura epiteliale. Nel più dei vermalii, che son privi di scheletro, la muscolatura subdermale si divide già in due strati, un esterno strato di muscoli circolari ed un interno strato di muscoli longitudinali; questi ultimi nei cilindrici nematelminti (nematodi, sagitte, ecc.), si scindono in quattro fasci longitudinali paralleli, un paio superiori (dorsali) e un paio inferiori (ventrali). In speciali siti del corpo che vengono prevalentemente adoperati per la locomozione, la muscolatura si sviluppa maggiormente; così avviene negli striscianti turbellari e molluschi alla faccia ventrale. Questa suola si sviluppa a formare un « piede » carnoso (*podium*); essa nelle diverse classi dei molluschi assume svariate forme. Nel più dei gasteropodi che strisciano sul duro suolo essa diventa un piede piatto carnoso; nei bivalvi che solcano come un vomere il molle fondo melmoso essa diventa un piede a cuneo (pelecipodi). Gli eteropodi nuotano mediante un piede a carena che lavora in modo simile all'elica di un piroscafo; i pteropodi nuotano svolazzando come farfalle per opera di un paio di lobi cefalici che si sono formati dalle parti laterali della sezione anteriore del piede. Infine nei molluschi più elevati, nei cefalopodi, questo piede anteriore si scinde in quattro o cinque paia di lobi, i quali si trasformano in lunghi e muscolosissimi « piedi cefalici »; le molte potenti ventose che stanno su questi acquistano a loro volta la loro speciale muscolatura. In tutti questi inarticolati molluschi e vermalii le dure parti scheletriche o mancano del tutto, oppure (come le esterne conchiglie calcaree dei molluschi) non hanno ancora alcun rapporto funzionale coi muscoli motorii. Altrimenti vanno le cose in quegli animali superiori nei quali si sviluppa questo rapporto fra i muscoli ed un saldo scheletro articolato e dove quest'ultimo si foggia ad apparato passivo di moto.

Organi di movimento attivi e passivi. — Quei gruppi superiori del regno animale nei quali si sviluppa un caratteristico scheletro solido che diventa un organo importante per l'inserzione dei muscoli come pure un sostegno e una protezione per l'intero corpo, sono i tre tipi degli echinodermi, articolati e vertebrati. Tutti e tre questi gruppi sono molto ricchi di forme e per la perfezione del loro apparato locomotore oltrepassano di gran lunga tutti gli altri tipi del regno animale. Tuttavia il principio e l'ulteriore sviluppo dello scheletro come organo passivo di sostegno ed i rapporti (correlazioni) di esso coi muscoli che lo muovono sono nelle tre classi interamente differenti e determinano in prima linea il loro caratteristico

tipo; essi dimostrano chiaramente (anche se si fa astrazione da altre differenze fondamentali) che i tre tipi sono nati indipendentemente gli uni dagli altri da tre distinte radici del tipo dei vermalii. Negli echinodermi lo scheletro si svolge da depositi calcarei del derma, negli articolati da secrezione chitinosa dell'epidermide, nei vertebrati invece da strutture cartilaginee di un' interna guaina della corda dorsale (cfr. *Antropogenia*, confer. XXVI).

Organi di movimento degli echinodermi. — Il rimarchevole tipo dei marini echinodermi si distingue da tutti gli altri gruppi animali per molte spiccate particolarità; prima fra queste la strana struttura dei suoi organi attivi e passivi di movimento, come pure la singolare forma dello sviluppo individuale. In questa ontogenesi appaiono l'una dopo l'altra due forme affatto diverse: la semplice *astrolarva* ed il complicatissimo echinoderma maturo (*astrozoon*). La piccola astrolarva natante liberamente in mare ha in generale la struttura dei piccoli *rotiferi* e dimostra, secondo la legge biogenetica fondamentale, che le primitive forme stipiti degli echinodermi (gli anforidei) sono sôrte da questa classe del tipo dei vermalii. Nel capitolo XXII della « Storia della creazione naturale » io ho brevemente trattato queste cose, cercando poi nel mio lavoro sugli anforidei e cistoidi (1896) di dimostrarle più ampiamente. La piccola astrolarva non ha ancora nè muscoli, nè vasi acquiferi, nè vasi sanguigni; essa si muove mediante cordoni vibratili o striscie di ciglia che scorrono su speciali prolungamenti della superficie simili a braccia. Queste braccia sono ugualmente sviluppate a destra e a sinistra della larva bilaterale (che non mostra ancora traccia dalla struttura raggiata). Mediante una curiosissima metamorfosi, da questa piccola astrolarva bilaterale nasce l'astrozoo pentaradiale, il grande echinoderma adulto dalla manifesta struttura a cinque raggi, l'aspetto del quale è totalmente differente (*). Esso ha un'organizzazione molto complicata con muscoli e scheletro dermico, con vasi sanguigni, vasi acquiferi, ecc. Parte degli astrozoi, i viventi crinoidi o gigli di mare e le antiche classi estinte dei blastoidi, cistoidi e anforidei, stanno saldati al fondo marino. Le quattro altre classi, tuttora viventi, vanno liberamente strisciando in mare; sono le oloturie, le stelle di mare (asteridei), gli ofiuridi (ofiodei) ed i ricci di mare (echinidei). La locomozione strisciante si compie mediante due sorta di organi, i pedicelli ed i muscoli cutanei. A questi ultimi dànno sostegno ed inserzione saldi *aculei calcarei* che sorgono da depositi calcarei del derma (*corium*). Poichè questi aculei calcarei (molto vistosi sopratutto nei ricci di mare) sono mobilmente articolati su speciali tubercoli delle piastre calcaree del dermascheletro e possono essere mossi da piccoli muscoli aculeari, gli echinodermi corrono su essi come su dei trampoli. Fra di essi sporgono però dall' interno numerosi *pedicelli*, sottili tubuli simili a dita da guanto, i quali da un' interna conduttura d'acqua (dal cosidetto sistema ambulacrale) vengono riempiti d'acqua e così fatti turgidi e rigidi. Questi « pedicelli ambulacrali » molto estensibili, che spesso all'estremità esterna terminante a fondo cieco sono muniti d'una ventosa, servono tanto per strisciare e per attaccarsi, come per toccare ed afferrare. Poichè questi particolari organi locomotori degli echinodermi, tanto i pedicelli ambulacrali colla loro complicata conduttura d'acqua, quanto anche i mobili

(*) *Forme artistiche della natura*, Tav. 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 95.

aculei coi loro muscoli e le loro articolazioni, si trovano su ogni singolo astrozoo a centinaia, spesso a migliaia e migliaia, si può dire che gli echinodermi sono fra tutti gli animali quelli che posseggono i più perfetti e complicati organi di movimento. Lo sviluppo storico di essi fin dai loro più semplici inizii è interamente chiarito, dacchè Riccardo Semon nella sua acuta teoria della pentactea (1888) trovò la giusta interpretazione filogenetica della mirabile ontogenesi degli echinodermi scoperta nel 1847 da Giovanni Müller. Ho cercato, nel mio citato scritto, di darle una base più particolareggiata in relazione coi trovati paleontologici.

Organi motori degli articolati. — Il grande tipo degli articolati (il più ricco di specie fra tutti i tipi animali) comprende le tre classi primarie degli anellidi, crostacei e tracheati. Questi tre gruppi concordano nei tratti fondamentali della loro organizzazione, sopratutto nell'esterna segmentazione o metameria del loro lungo corpo bilaterale e nella ripetizione di organi omologhi interni in ciascun segmento. Ad ogni segmento spetta originariamente un ganglio del centro nervoso ventrale (della catena ventrale), una camera del cuore dorsale, un anello chitinoso ed un relativo gruppo di muscoli.

Delle tre classi primarie degli articolati, quella degli anellidi è sôrta immediatamente dagli affini vermalii, fra i quali tanto i nemertini quanto i nematodi sono ad essi strettamente affini. Le due altre, più elevate, classi, da un lato i crostacei, dall'altro i tracheati sono gruppi più recenti, sôrti indipendentemente l'uno dall'altro da due diversi stipiti di anellidi. Gli *anellidi* od annulati (ai quali appartengono, per es., i lombrici e le sanguisughe) hanno per lo più una segmentazione ancora molto uguale (omonomia); i loro segmenti o metameri ripetono in gran misura la stessa struttura, sopratutto nei muscoli subdermali (collocati sotto la pelle); in una sezione trasversa si mostrano in ciascun segmento sotto l'esterno strato di muscoli circolari un paio di muscoli dorsali e un paio di muscoli ventrali. La loro epidermide secerne una sottile guaina cuticolare, negli anellidi tubicoli un tubo coriaceo e calcificato. Le zampe nei più antichi anellidi mancano ancora affatto; nei più recenti chetopodi (policheti) su ciascun segmento stanno uno o due paia di brevi piedi inarticolati (parapodii).

Nelle due altre classi primarie di articolati si sviluppano invece lunghi piedi articolati di forme estremamente varie, ed in pari tempo i diversi segmenti del corpo assumono, in seguito a divisione di lavoro, forme differenti; questa segmentazione disuguale (eteronomia) risalta tanto maggiormente quanto più si perfeziona l'intera organizzazione. Ciò vale tanto per gli acquatici e branchiati *crostacei* come per i terrestri *tracheati* (miriapodi, aracnidi ed insetti), i quali respirano per trachee. Nei gruppi superiori di queste due classi primarie il numero dei segmenti del corpo è per solito limitato a 15-20, e questi vengono distribuiti fra tre regioni principali: capo, torace e addome. Il saldo rivestimento chitinoso, che nel più degli anellidi resta delicato e sottile, nei più dei crostacei e tracheati si inspessisce molto, spesso viene anche indurito da deposito calcareo; esso forma attorno a ciascun segmento un solido anello chitinoso al cui interno si applicano i muscoli motori. Gli anelli duri che si susseguono sono collegati da sottili e mobili anelli intermedii, cosicchè l'intero corpo ha insieme un alto grado di saldezza, elasticità e mobilità. Nella stessa guisa son formate le lunghe gambe articolate che son fisse a paia sui segmenti. Il carattere tipico degli organi locomotori dei vertebrati consiste in ciò, che tanto nel tronco come nelle estremità i muscoli stanno *dentro* a tubi chitinosi cavi ed in essi vanno dall'uno all'altro articolo.

Organi locomotori dei vertebrati. — Precisamente all'opposto degli articolati si comportano i vertebrati. Qui si sviluppa un solido scheletro interno nell'asse longitudinale del corpo ed i muscoli si applicano *esternamente* a questi organi interni di sostegno. Però la segmentazione o metameria nei vertebrati non è visibile all'esterno e non incomincia a mostrarsi che nel sistema muscolare dopo che si è levata la pelle. Allora si vede già negli infimi vertebrati senza cranio, negli *acranii*, il cui scheletro interno risulta solo di un cilindrico, saldo ed elastico bastone assile (*chorda*), da ciascun lato una serie longitudinale di placche muscolari (nell'*Amphioxus* 60-80). Qui mancano ancora estremità pari, come pure nei più antichi cranioti, nei *ciclostomi* (missinoidi e petromizonti). Solo nella terza classe di vertebrati, nei veri *pesci*, appaiono due paia di estremità laterali, le pinne pettorali e le pinne ventrali. Da queste, nei loro discendenti terragnoli, negli antichi anfibii dell'epoca carbonifera, sono poi sôrte le due paia di zampe articolate, zampe anteriori (carpomeli) e zampe posteriori (tarsomeli). Queste quattro zampe laterali a cinque dita sono articolate in modo molto caratteristico e complicato, tanto nel loro interno scheletro osseo come nel sistema muscolare che lo rinchiude e vi si attacca. Dagli anfibii, che sono i più antichi quadrupedi (*tetrapoda*), questo apparato di locomozione viene trasmesso ereditariamente ai loro discendenti, cioè alle tre classi superiori dei vertebrati: rettili, uccelli e mammiferi. Avendo, nella 26ª Conferenza sull'*Antropogenia*, trattato a lungo di queste cose illustrandole con molte figure, posso ora rimandare colà il lettore aggiungendo qui solo alcune osservazioni sui mammiferi.

Organi di movimento dei mammiferi. — Le due parti dell'apparato locomotore, tanto l'interno scheletro osseo (quale apparato passivo di sostegno), quanto l'esterno sistema muscolare (quale motore attivo), mostrano entro alla classe dei mammiferi una straordinaria varietà di conformazione in seguito all'*adattamento* alle più svariate abitudini ed attività vitali. Si pensi solo ai cursori carnivori ed ungulati, ai saltanti canguri e topi saltatori, alle scavatrici talpe ed arvicole, ai volanti pteromidi e pipistrelli, alle sirene e cetacei nuotanti a mo' di pesci, alle proscimmie e scimmie. In tutti questi e negli altri ordini di mammiferi tutta la struttura dell'apparato locomotore è mirabilmente adattata al modo di vita ed a questo stesso adattamento deve la sua origine. Ciò malgrado, noi vediamo che il carattere essenziale dell'interna organizzazione, quello che distingue come tale la classe dei mammiferi, non viene alterato da questo adattamento, ma invece è per *eredità* conservato dappertutto. Questi fatti riconosciuti dell'anatomia ed ontogenia comparate ed i risultati con essi concordanti della paleontologia dimostrano in modo convincente che tutti i mammiferi viventi e fossili, dagli infimi monotremi e marsupiali su fino alle scimmie ed all'uomo, si devono derivare da un'unica forma-stipite comune, da un *promammale* che visse nel periodo triasico; i suoi più antichi precursori nel periodo permiano erano rettili, nel carbonifero anfibii. A quei caratteri dell'apparato locomotore che sono proprii dei mammiferi appartengono da una parte la struttura della colonna vertebrale e del cranio, dall'altra la conformazione dei muscoli che si inseriscono su questi organi di sostegno. Nel cranio è sopratutto notevole la conformazione della mandibola e dell'articolazione che la collega al temporale. Questa è un'articolazione temporale in contrapposto all'articolazione col quadrato, la quale si trova negli altri vertebrati. Quest'ultima articolazione nei mammiferi giace nella cavità timpanica dell'orecchio medio, fra il martello (porzione articolare trasformata della mandibola, *articulare*) e l'incudine (il primitivo quadrato). Corrispondentemente a questa strana trasfor-

mazione dell'articolazione mandibolare anche i muscoli ad essa adibiti hanno naturalmente subito una trasformazione radicale. Un muscolo particolare, che si trova solo nei mammiferi e che ha primaria importanza pei loro moti respiratorii, è il diaframma, il quale separa completamente l'una dall'altra la cavità toracica e la cavità addominale; i diversi muscoli dalla cui fusione è nato il diaframma, negli altri vertebrati rimangono ancora separati.

Organi locomotori dell'uomo. — I numerosi organi, per mezzo dei quali il nostro organismo umano compie i suoi molteplici movimenti sono quelli stessi delle scimmie ed anche il meccanismo della loro azione non è affatto diverso. Le stesse 200 ossa nello stesso ordinamento formano il nostro scheletro osseo; gli stessi 300 muscoli compiono i nostri movimenti. Le differenze di forma e di grandezza che si trovano nei singoli muscoli e nelle singole ossa (e che, com'è noto, spesso si trovano già fra le razze umane superiori e le inferiori) sono determinate da diversa cresciuta in seguito ad *adattamento* divergente; per contro la completa concordanza nella costruzione dell'intero apparato locomotore si spiega con la *eredità* dalla forma-stipite comune delle scimmie e dell'uomo. La più vistosa differenza nei movimenti di entrambi è determinata dall'adattamento dell'uomo all'incesso eretto, mentre per le scimmie è normale la vita arborea rampicante. Frattanto la prima si è senza dubbio svolta da quest'ultima. Un duplice parallelismo con questa trasformazione lo mostrano i topi saltatori fra i rosicanti ed i canguri fra i marsupiali; gli uni e gli altri nel saltare usano solo le robuste estremità posteriori, non le più deboli anteriori; in seguito a ciò la forma del corpo è più o meno diritta. Fra gli uccelli offrono un'analogia i pinguini (*Aptenodytes*); non usando più le loro ali atrofizzate per volare, ma solo per nuotare, essi sul suolo si sono abituati a camminare diritti.

La volontà umana non è neppur essa in qualche modo diversa, nella sua essenza, da quella delle scimmie e dei rimanenti mammiferi, e gli organi microscopici di essa, i neuroni del cervello e le cellule muscolari della carne, lavorano colle stesse forme di energia ed obbediscono nello stesso modo alla legge della sostanza. A questo proposito, è abbastanza indifferente che si sostenga, secondo la vecchia credenza degli indeterministi, il libero arbitrio, o che dividendo la moderna convinzione dei deterministi lo si ritenga scientificamente confutato; ad ogni modo le operazioni della volontà ed i movimenti volontarii avvengono nell'uomo seguendo le stesse leggi come nelle scimmie. Il loro alto sviluppo nell'uomo colto, il superiore differenziamento che essi offrono nel linguaggio e nei costumi, nell'arte e nella scienza, in generale l'importanza etica del volere nella coltura psichica superiore, non contraddicono affatto a quel concetto monistico fondato sulla zoologia. Infatti nei barbari inferiori questi privilegi del «volere» civilizzato non si ritrovano che in piccolo grado e nei rozzi selvaggi in parte non si trovano affatto. La differenza fra gli infimi selvaggi ed i più elevati uomini civili è, anche sotto questo rapporto, maggiore che fra i primi e le scimmie antropoidi. Del resto io mi riferisco alle osservazioni che ho esposte al fine del capitolo VII dei «Problemi dell'universo» intorno al problema del libero arbitrio e sulla infinita bibliografia relativa. Chi voglia informarsi più a fondo della lotta circa questa «meraviglia della vita» e sulla sua evoluzione, ne troverà un'ottima esposizione critica a pag. 298 dei citati scrittori: Traugott Trunk (1902) e Paul Rée (1903).

QUATTORDICESIMA TABELLA

Le più importanti forme visibili di movimento del plasma

I. — **Corrente plasmatica** (*Plasmokinesis*).

Movimenti riflessi (paratonici) od autonomi (spontanei), parte limitati all'interno delle cellule, parte apparenti all'esterno per formazione di prolungamenti.

I A. - **Corrente plasmatica interna** (*Plasmorheusis*). — Mutamenti di posizione della particella di plasma nell'interno delle cellule, generalmente sparsi nei protisti ed istoni, collegati colle funzioni del ricambio (*metabolia*), dell'accrescimento (*crescentia*) della divisione nucleare (*karyokinesis*) ecc.

I B. - **Corrente plasmatica esterna** (*Plasmopodesis*). — Formazione di prolungamenti esterni, incostanti e di forma mutevole (*sarcopodii*), ora sarcanti brevi digitiformi (lobopodii degli ameboidi), ora sarcanti lunghi, filiformi (pseudopodii dei rizopodi).

II. — **Movimento vibratile** (*Vibratio*).

Dalla superficie delle cellule sporgono tenui prolungamenti filiformi i quali possono esser messi in moto oscillatorio, spesso vivace e ritmico (cilia vibratili, *vibrantes*).

II A. - **Moto flagellare.** — Uno o due (raramente molti partenti da un punto) lunghi *flagelli*. Infusori flagellati; cellule seminali (*spermia*) di molte alghe, dei muschi e delle felci, del più dei metazoi; epitelii flagellati di metazoi inferiori.

II B. - **Moto ciliare.** — Molte piccole cilia vibratili: infusori ciliati; cellule seminali di parecchi metafiti inferiori; epitelii ciliati di metazoi superiori.

III. — **Movimento muscolare** (*Myokinesis*).

Determinati gruppi di cellule del foglietto medio dei metazoi formano muscoli: organi la cui sola funzione consiste nell'alternata *contrazione* ed *espansione*. Dalla attività muscolare primitivamente involontaria si sviluppa nei metazoi superiori il moto volontario.

III A. - **Movimento muscolare subdernale degli animali inferiori.** — Apparato motore imperfetto dei *celenterii:* spugne, cnidari, platodi, vermalii, molluschi. Tubo dermo-muscolare. Manca uno scheletro locomotore articolato. Lamina muscolare continua sotto la pelle.

III B. - **Movimento muscolare scheletrico degli animali superiori.** — Le più perfette forme di movimento dei *celomari* superiori. Uno scheletro articolato, o solida impalcatura del corpo, è composto da molti mezzi solidi collegati per mezzo di articolazioni. Numerosi muscoli differenziati si inseriscono su questi pezzi e muovono i singoli articoli l'uno verso l'altro.

III B 1. - **Apparato motore degli articolati.** — Il corpo esternamente segmentato forma uno scheletro cuticolare esterno (tubi chitinosi spesso consolidati da calce). I muscoli stanno nell'interno di questi tubi.

III B 2. - **Apparato motore degli echinodermi.** — La forma sessuale pentaradiata degli echinodermi ha uno scheletro calcareo subdermale; numerosi muscoli ne muovono i singoli pezzi. Servono inoltre come organi di movimento numerosi pedicelli cavi o tentacoli che per mezzo di una interna conduttura possono essere riempiti d'acqua (sistema ambulacrale).

III B 3. - **Apparato motore dei vertebrati.** — Il corpo esternamente segmentato ha una serie di lamine muscolari (miomeri) cui servono di saldo sostegno interne parti scheletriche: *chorda* (cordone assile) e *perichorda* (guaina della corda); partendo da quest'ultima si sviluppano pezzi cartilaginei ed ossei.

TREDICESIMO CAPITOLO

LA SENSAZIONE

Coscienza. — Irritabilità. — Liberamento. — Reazione agli stimoli. Tropismi. — Sensazioni anorganiche ed organiche.

« Sull'essenza della *sensazione* regna ancora un buio quasi impenetrabile. Si sfoglino pure trattati e trattati, non si otterrà in nessuna parte una soddisfacente informazione sull' essenza della sensazione. La spiegazione dello strano fenomeno che la psicologia ci lasci così interdetti davanti ad un fatto che noi consideriamo come pietra fondamentale ed angolare del nostro essere umano, che noi riguardo ad esso ci troviamo in così reale ignoranza, si trova nella circostanza che nelle ricerche sull'essenza della sensazione non si segue il *metodo genetico* ».

LEOPOLD BESSER (1881).

« La sensazione è un processo naturale affatto generale. Con ciò è data in pari tempo la possibilità di ricondurre a questo processo generale lo stesso pensiero. « Leggere nella loro concatenazione i vangeli dei sensi, vuol dire pensare ». Ogni scienza è in ultima analisi conoscimento dei sensi; i dati dei sensi non vengono da essa negati ma bensì interpretati ».

ALBRECHT RAU (1896).

SOMMARIO DEL CAPITOLO TREDICESIMO

Sensazione e coscienza. — Sensazione incosciente e cosciente. — Sensibilità ed irritabilità. — Sensazione riflessa e percezione dello stimolo. — Sensazione e forza viva. — Reazione agli stimoli. — Liberamento per opera di stimoli. — Stimoli esterni ed interni. — Propagazione dello stimolo. — Sensazione e conato. — Sensazione e sentimento. — Sensazione anorganica ed organica. — Sensazione luminosa, fototassi, vista. — Sensazione termica, termotassi, sensazione chimica, chemotassi. — Gusto e odorato. — Chemotropismo erotico. — Sensazioni degli organi. — Senso della gravità, geotassi. — Sensazione acustica. — Sensazione elettrica.

BIBLIOGRAFIA

Johannes Müller, 1840. *Specielle Physiologie der Sinne und der Seele* (Fisiologia speciale dei sensi e dell'anima), libro V e VI della *Physiologie des Menschen* (Fisiologia umana). Coblenza.

Hermann Helmoltz, 1884. *Populäre wissenschaftliche Vorträge und Reden* (Conferenze e Discorsi scientifici popolari), 2 volumi, 3ª ediz. Braunschweig.

Ernst Haeckel, 1879. *Ueber Ursprung und Entwickelung der Sinneswerkzeuge* (Origine e sviluppo degli organi dei sensi), vol. II dei *Gemeinverständliche Vorträge* (Conferenze popolari), 2ª ediz. 1902. Bonn.

Ludwig Feuerbach, 1841. *Das Wesen des Christenthums. Wider den Dualismus von Leib und Seele, Fleisch und Geist* (Essenza del Cristianesimo. Contro il dualismo di corpo ed anima, carne e spirito). Lipsia.

Leopold Besser, 1881. *Was ist Empfindung* (Che cos'è sensazione?). Bonn.

Ernst Mach, 1885. *Die Analyse der Empfindungen und das Verhältniss des Physischen und Psychischen* (L'analisi delle sensazioni ed il rapporto fra fisico e psichico), 4ª ediz. 1903. Vienna.

Albrecht Rau, 1896. *Empfinden und Denken. Eine philosophische Untersuchung über die Natur des menschlichen Verstandes* (Sentire e pensare. Ricerca storica sulla natura dell'intelletto umano). Giessen.

Max Verworn, 1894. *Von den Reizen und ihren Wirkungen* (Degli stimoli e della loro azione), cap. V dell'*Allg. Physiologie* (Fisiologia generale), pag. 351-480. Jena.

Id., 1889. *Psychophysiologische Protisten-Studien. Experimentelle Untersuchungen* (Studii psico-fisiologici sui Protisti. Ricerche sperimentali). Jena.

Robert Tigerstedt, 1902. *Ueber die Sinnesempfindungen* (Sulle sensazioni), cap. XVI del *Lehrbuch der Physiologie* (Trattato di Fisiologia). Lipsia.

Wilhelm Bölsche, 1903. *Das Liebesleben in der Natur. Eine Entwickelungsgeschichte der Liebe* (La vita d'amore nella natura. Evoluzione dell'amore). Lipsia.

Carlo Darwin, « Dell'espressione dei sentimenti nell'uomo e negli animali ». Traduzione di G. Canestrini. Torino, Unione Tip.-Editrice.

Il concetto di « sensazione » è uno di quei concetti generali che in ogni tempo sono stati intesi nei più varii modi. Come il concetto di « anima », anche quello strettamente connesso di *sensazione* ha ancor oggi significati molto discordi. Durante il secolo XVIII rimase predominante l'opinione che la funzione psichica della sensazione appartenesse unicamente agli animali, non alle piante; essa è scultoriamente espressa nella nota proposizione del *Systema naturae* di Linneo: le pietre crescono, le piante crescono e vivono, gli animali crescono, vivono e sentono. Alberto Haller, che nei suoi *Elementa physiologiae* (1766) compendiò per la prima volta tutto quel che si sapeva al suo tempo circa la vita organica, distinse come due proprietà essenziali di essa la « sensibilità » e l'« irritabilità »; egli attribuì esclusivamente la prima ai nervi, la seconda ai muscoli. Più tardi questa erronea divisione fu confutata e dai moderni si considera inversamente l'irritabilità stessa come una proprietà generale di ogni sostanza vivente.

I grandi progressi fatti dall'anatomia comparata e dalla fisiologia sperimentale degli animali e dei vegetali nella prima metà del sec. XIX, condussero presto a riconoscere che l'irritabilità o sensibilità è una funzione vitale generale di *tutti* gli organismi, e che essa è uno dei caratteri primari della *forza vitale* (*vis vitalis*) (cfr. capit. II). Nell'esatto studio sperimentale di essa si acquistò massimo merito il grande Giovanni Müller; nel suo classico « Manuale di fisiologia umana » (1840) egli fondò la sua dottrina dell'« energia specifica dei nervi » e della sua connessione da un lato cogli organi dei sensi e dall'altro colla vita psichica. Dedicandovi rispettivamente i capitoli V e VI del suo manuale, e nelle sue considerazioni psicologiche generali accostandosi sopratutto a Spinoza, egli trattò la psicologia come una parte della fisiologia, e così fondò su precisa base scientifica quella posizione naturale della psicologia nel sistema biologico che noi dobbiamo ora considerare come l'unica esatta. In pari tempo restava dimostrato che

la sensazione è una funzione dell'organismo, tanto come il moto e la nutrizione.

Diverso fu l'aspetto che assunse il concetto di sensazione nella seconda metà del secolo XIX. In esso la fisiologia sperimentale e comparata degli organi di senso e del sistema nervoso, dispiegando assennatissimi metodi di ricerca ed applicando i grandiosi progressi della fisica e della chimica, arricchì straordinariamente le nostre conoscenze. Le celebri ricerche di Helmholtz ed Hering sulla fisica dei sensi, di Matteucci e Dubois-Reymond sull'elettricità dei muscoli e dei nervi, i grandi progressi di cui la fisiologia vegetale è debitrice a Sachs e Pfeffer, la chimica fisiologica a Moleschott e Bunge, fecero conoscere che anche queste misteriose meraviglie della vita riposano in modo generale su processi fisici e chimici. Facendo agire sotto determinate condizioni i più varii *stimoli*, luce, calore, elettricità, chimismo, sui singoli « organi sensibili o irritabili » si giunse a sottoporre esattamente persino a misure e formole matematiche gran parte dei fenomeni di irritabilità. Oramai la dottrina « degli stimoli e della loro azione » aveva raggiunto un carattere strettamente fisico.

D'altra parte noi vediamo, in aperta contraddizione coi grandiosi progressi della fisiologia sperimentale, che le vedute generali sui relativi fenomeni vitali, e specialmente sull'intima funzione nervosa, che traduce le funzioni dei sensi in vita psichica, furono stranamente neglette. Anzi, persino il concetto fondamentale di *sensazione*, che qui è parte essenziale, fu sempre più lasciato fuori questione. In parecchi dei più reputati trattati moderni di fisiologia, i quali contengono lunghi capitoli sugli stimoli e le loro azioni, non si parla affatto, o solo di rado, della « sensazione stessa ». Ciò dipende sopratutto dalla nefasta ed ingiustificata scissura che si è di nuovo artificiosamente scavata tra fisiologia e psicologia. I fisiologi « esatti », trovando incomodo ed ingrato lo studio degli interni processi psichici, che si compiono nelle funzioni dei sensi e nella sensazione, lasciarono volontieri questo campo difficile ed oscuro ai « psicologi propriamente detti », cioè ai metafisici, che pongono l'« anima immortale » e la « divina coscienza » a base aprioristica delle loro vacue speculazioni. Questi ultimi si liberano tanto più volontieri dell'incomoda soma dell'esperienza e della conoscenza *a posteriori* in quanto che la moderna anatomia e fisiologia del cervello mette avanti circa questi studi le maggiori pretese.

Sensazione e coscienza. — Il più grande e dannoso errore in cui incappò a tale proposito la moderna fisiologia dualistica fu l'ammettere l'infondato dogma che ogni sensazione debba accompagnarsi colla coscienza. Il più dei fisiologi, condividendo adunque l'opinione di

Dubois-Reymond, che la coscienza non sia un fenomeno naturale, ma un « enigma » iperfisico, poterono insieme con essa scartare anche l'incomoda « sensazione » dalla cerchia dei loro studi. Alla dominante metafisica questa divisione è naturalmente molto gradita; per lei la natura trascendente della sensazione è tanto preziosa come il libero arbitrio, e in tal modo tutta quanta la psicologia passa dal campo empirico della scienza terrena al campo mistico della scienza spirituale. Come sicura base di essa viene allora preferita la « teoria critica della conoscenza », la quale non riconosce affatto la testimonianza dei veri organi fisiologici, ma ricava la sua « sapienza suprema » dalla analisi introspettiva delle sue idee e della loro associazione. È abbastanza strano che anche degli insigni fisiologi monistici si lascino ingannare da questo giochetto della metafisica e scartino tutta la psicologia dal campo dei loro studi; il loro psicomonismo considera di nuovo l'« anima » come un essere sovranaturale, e contrapponendola al « mondo materiale » la libera dal giogo della legge della sostanza.

Sensazione incosciente. — Meditando spregiudicatamente sul nostro proprio modo di essere durante i fenomeni del senso e della coscienza, ci convinceremo facilmente che si tratta qui di due diverse attività fisiologiche, le quali non sono necessariamente collegate; e lo stesso vale per la terza funzione principale dell'anima, per la volontà. Quando noi impariamo una qualche arte, per es., a dipingere o a suonare il pianoforte, anche se ci esercitiamo assiduamente ogni giorno, abbiamo bisogno di mesi per acquistare qualche abilità. Così noi compiamo quotidianamente centinaia o migliaia di sensazioni e di movimenti i quali con piena coscienza sono appresi e ripetuti. Quanto più noi proseguiamo l'esercizio, quanto più ci adattiamo ed abituiamo a queste funzioni, tanto più esse diventano facili ed inconscie. Quando noi abbiamo esercitata per alcuni anni quell'arte, allora dipingiamo l'immagine o suoniamo il pezzo inconsciamente; noi non pensiamo più a tutte le minute sensazioni od ai singoli atti di volontà che ci erano necessarii nell'apprenderla. La pura volontà iniziale di dipingere ancora una volta l'immagine o di suonare ancora una volta il pezzo musicale basta a far svolgere tutta la catena di movimenti complicati e di relative sensazioni che in principio si erano appresi lentamente, penosamente e con piena coscienza. Un abile pianista eseguisce il più difficile pezzo mille volte ripetuto « come in sogno ». Basta peraltro una piccola spinta, per es., uno sbaglio accidentale od una sùbita interruzione, per richiamarvi subito l'*attenzione* che era assente. A questo punto l'azione viene ripetuta con piena « coscienza ». Così è pure di migliaia di sensazioni e movimenti che da bambini abbiamo appresi con chiara

coscienza e che poi ripetiamo inconsciamente ogni giorno, come nel camminare, mangiare, parlare, ecc. Questi fatti notissimi bastano già a dimostrare che la coscienza è una funzione cerebrale complicata, che non è per nulla necessariamente collegata al sentire ed al volere. Legare indissolubilmente il concetto di coscienza con quello di sensazione è tanto più cosa da evitarsi inquantochè se il meccanismo o il vero essere della coscienza ci è molto enigmatico, il concetto di coscienza è tuttavia chiarissimo: noi *sappiamo* di sapere, di sentire e di volere.

Sensibilità ed irritabilità. — Il concetto di irritabilità è dalla fisiologia moderna compreso generalmente in questo senso, che la sostanza vivente ha la facoltà di reagire agli stimoli, cioè di rispondere con modificazioni proprie alle modificazioni del loro ambiente. Bisogna però che lo *stimolo*, l'azione di un'energia estranea sul plasma, sia *sentito* da questo perchè si svolga (in forma di diverse manifestazioni di energia) la relativa reazione. La questione se questa sensazione (in certi casi) sia cosciente oppure se rimanga (abitualmente) inconscia ha qui importanza secondaria. La pianta che dallo stimolo luminoso viene spinta ad aprire le sue corolle, si comporta qui tanto inconsciamente come il corallo, che in seguito allo stesso stimolo dispiega la corona dei suoi tentacoli; e quando la sensitiva pianta carnivora (*Dionaea*, *Drosera*) chiude le sue foglie per accalappiare e divorare l'insetto che vi si è posato, essa fa come il sensibile corallo, che allo stesso scopo chiude i suoi tentacoli; entrambi senza averne coscienza. Simili moti inconscii che avvengono in seguito a stimoli noi li chiamiamo *riflessi;* avendo trattato estesamente di questi « riflessi » nel capitolo VII dei « Problemi dell'universo », qui non ne dirò altro. Questa funzione psichica elementare riposa sempre su una connessione fra sensazione e movimento (in amplissimo senso). Al movimento provocato dallo stimolo precede sempre la sensazione dello stimolo determinante.

Sensazione e percezione dello stimolo. — La moderna fisiologia si affanna sempre più ad evitare il concetto di « sensazione » ed a sostituirlo con quello di « percezione dello stimolo ». Di questa fallace espressione è in parte responsabile l'arbitraria ed ingiustificata separazione della psicologia dalla fisiologia; quest'ultima non avrebbe diritto che ad occuparsi di fenomeni materiali e di còmpiti fisici; apparterrebbe invece alla prima di trattare dei « fenomeni psichici superiori » e dei problemi metafisici. Poichè noi, seguendo le nostre convinzioni, rigettiamo assolutamente questa divisione, non possiamo

nemmeno separare la sensazione dalla percezione dello stimolo, si tratti o no di sensazioni coscienti. Del resto, la moderna fisiologia, che vuol staccarsi dalla psicologia, si trova, se pure a malincuore, continuamente costretta ad usare i concetti di « sensazione » e di « sensibile »; ciò sopratutto parlando degli organi di senso.

Sensazione ed energia. — Quello che noi chiamiamo sensazione o percezione di stimoli può essere considerato come una forma speciale di « forza viva » o di energia attuale (*Ostwald*). Allora la « sensibilità od irritabilità » è invece una *forza latente*, cioè una forma di energia potenziale. La sostanza viva in riposo, la quale è « sensibile o irritabile », si trova in uno stato di equilibrio ed è indifferente verso il suo ambiente. Per contro, il plasma in movimento, il quale sia stimolato e « senta » questo stimolo, subisce un perturbamento del suo equilibrio, e corrisponde alla modificazione « stimolatrice » del suo ambiente esterno e del suo stato interno. Questa risposta dell'organismo allo stimolo è chiamata *reazione*, espressione che anche in chimica è (nello stesso senso) largamente usata per designare le azioni reciproche dei corpi. In ogni stimolazione la forza latente del plasma (sensibilità) è trasformata in forza viva (sensazione). La spinta a questa trasformazione, che vien così data dallo stimolo, viene chiamata *liberamento* (*Auslösung*).

Reazione agli stimoli. — Il significato primitivo del concetto di *reazione* è in generale la modificazione che subisce un corpo sotto l'*azione* di un altro corpo. Così, nel caso più semplice, i chimici chiamano in generale reazione l'azione reciproca di due sostanze. Nella chimica analitica si chiama, in senso più stretto, reazione quell'azione di un corpo su di un altro, la quale serve a riconoscere la natura di questo. Anche qui noi dobbiamo ammettere che i due corpi sentano la loro diversa natura, senza di che non potrebbero agire l'uno sull'altro.

Tutti i chimici parlano dunque di una « *reazione* più o meno *sensibile* ». Questo processo non è però essenzialmente diverso dalla reazione che manifesta l'organismo vivente verso gli stimoli esterni, di qualunque natura fisica o chimica essi siano. Nè è essenzialmente diversa la *reazione psicologica*, che sempre si collega con corrispondenti alterazioni del psicoplasma, e perciò anche con trasformazione di energia chimica. Solamente in quest'ultimo caso il processo della reazione è molto più complicato, cosicchè si possono distinguere quali diverse parti o fasi di esso: 1° Impressione dello stimolo esterno; 2° Reazione dell'organo di senso; 3° Trasmissione dell'impressione

trasformata all'organo centrale; 4° Percezione interna dell'impressione trasmessa; 5° Coscienza dell'impressione.

Liberamento per opera di stimoli. — La spinta alla modificazione che lo stimolo provoca nel plasma, vien detta *liberamento* (*Auslösung*). Anche questo importante concetto è preso dalla fisica. Se noi gettiamo un fiammifero acceso in un vaso di polvere, la fiamma di esso dà l'impulso all'esplosione. Colla dinamite un semplice urto meccanico determina la potente manifestazione di forza dell'esplosivo. Colla balestra basta la piccola pressione del dito sulla corda tesa per far sì che la freccia che vi è adattata vada a compiere a gran distanza la sua azione micidiale. Così pure basta un suono, un raggio di luce, che colpiscano il nostro orecchio od il nostro occhio, perchè si ottengano, mediante il nostro sistema nervoso, una quantità di complicate azioni. Nella fecondazione dell'uovo femmineo, per opera della cellula seminale maschile basta l'unione chimica delle due sostanze generatrici perchè dalla microscopica sferula di plasma, dalla cellula stipite (*cytula*) così formatasi, possa svolgersi un altr'uomo. In tutte queste ed in mille altre azioni degli stimoli basta una minima spinta per ottenere nella sostanza irritata le più grandi azioni. Questa spinta, che si chiama liberamento, non è la causa diretta della grande modificazione, ma solo la prima determinante. Dunque v'ha allora la trasformazione di una notevole quantità di forza latente immagazzinata in forza viva o lavoro. La grandezza di queste due forze non sta in alcuna proporzione colla piccola grandezza della spinta la quale inizia la trasformazione. In ciò sta la differenza fra l'« azione degli stimoli » e la semplice azione meccanica di due corpi l'uno sull'altro, nella quale la quantità di energia trasmessa rimane la stessa e manca un « impulso ».

Stimoli esterni ed interni. — L'azione immediata di uno stimolo sulla sostanza vivente si segue più facilmente negli stimoli *esterni*, fisici o chimici, che la eccitano: luce, calore, pressione, suono, elettricità, chimismo. Qui la ricerca *fisica* è spesso in grado di ricondurre il processo vitale alle leggi della natura anorganica. Ciò è più difficile per gli stimoli *interni*, i quali hanno sede nell'organismo stesso e che solo in parte sono accessibili alla ricerca *fisiologica*. È vero che anche qui questa scienza ha sempre lo scopo di ricondurre tutti i fenomeni biologici a leggi fisiche e chimiche. Tuttavia essa riesce solo parzialmente in questo difficile còmpito perchè i fenomeni sono troppo complicati e le loro condizioni particolari ci sono troppo poco note, ed anche i nostri rozzi metodi di ricerca sono troppo imperfetti. Cionondimeno la fisiologia comparata e filogenetica ci dice che anche le

più complicate azioni degli stimoli interni, segnatamente le cosidette « attività mentali » del cervello, riposano anche su processi fisici e sono tanto come le altre soggette alla legge della sostanza; ciò vale persino per la ragione e per la coscienza.

Trasmissione dello stimolo. — Nell'uomo, come in tutti gli animali superiori, gli stimoli vengono ricevuti per mezzo degli organi dei sensi e trasmessi per mezzo dei loro nervi all'organo centrale; qui nel cervello essi o vengono trasformati nei centri interni di senso in sensazioni specifiche, oppure vengono condotti nei territorii motori, dove essi provocano dei movimenti. Negli animali inferiori e nelle piante la trasmissione degli stimoli è più semplice; qui le cellule dei tessuti o si toccano direttamente le une le altre o stanno in diretta connessione per mezzo di sottili fili plasmatici (plasmodesmi). Negli unicellulari protisti lo stimolo che tocca un punto qualsivoglia della superficie può essere direttamente trasmesso alle rimanenti parti del corpo plasmatico.

Sensazione ed « éstesi ». — Nel corso delle nostre ricerche noi ci convinceremo che la più semplice forma di sensazione (intesa in vastissimo senso) spetta tanto agli anorgani come agli organismi; che dunque la « sensibilità » è propriamente proprietà fondamentale di ogni materia, o, più esattamente, di ogni *sostanza.* Ma allora è anche logico di attribuirla agli atomi che costituiscono la sostanza. Questo pensiero fondamentale dell'ilozoismo, già espresso da Empedocle, fu recentemente svolto in modo ben determinato sopratutto da Fechner. Però questo benemerito fondatore della *psicofisica* (« Problemi dell'universo », pag. 240) ammette che con questa sensazione universale della sostanza si accompagni sempre la « coscienza » (o, come attributo in senso Spinoziano, il pensiero). È invece nostra convinzione che la coscienza non sia che una funzione psichica secondaria, la quale si trova solo nell'uomo e negli animali superiori, ed è legata alla centralizzazione del sistema nervoso (« Problemi », pag. 246). È dunque conveniente designare l'inconscia sensazione degli atomi col nome di *éstesi* (*aesthesis*), e la loro volontà inconscia con quello di *tropesi* (*tropesis*). Questa, sotto l'azione unilaterale di uno stimolo, si manifesta come « movimento determinante » (tropismo o *taxis*).

Sensazione e sentimento. — I due noti concetti di sensazione (*Empfindung*) e sentimento (*Gefühl*), tanto in fisiologia quanto in psicologia, vengono spesso scambiati fra di loro ed intesi in diverso senso. Quella scuola metafisica che separa completamente queste due scienze, e quella scuola fisiologica che segue tal modo di credere considerano il sentimento come una pura « funzione psichica » o « funzione dello

spirito », mentre quando si tratti di sensazione devono concedere che ci sia un legame con funzioni corporee, sopratutto con funzioni di senso. Secondo il nostro modo di vedere questi due concetti sono puramente fisiologici e non si possono dividere nettamente l'uno dall'altro, se non forse in ciò che la sensazione comprende piuttosto la parte esterna (obbiettiva) del processo nervoso sensorio, mentre il sentimento ne comprende piuttosto la parte interna (soggettiva). Tuttavia si può anche definire in modo affatto generale questa differenza col dire che la sensazione percepisce le diverse qualità degli stimoli, il sentimento invece la sola quantità, l'azione positiva o negativa (piacevole o spiacevole) dello stimolo. In questo vastissimo senso si può attribuire a tutti gli atomi il senso di gradimento e sgradimento (al contatto con atomi qualitativamente diversi) e così spiegare in chimica l'« affinità elettiva » (sintesi degli atomi che si amano, attrazione; analisi degli atomi che si odiano, repulsione).

Sensazione anorganica ed organica. — Il nostro concetto monistico del cosmo (lo si chiami energetica o materialismo, oppure, più esattamente, ilozoismo) ritiene che ogni sostanza sia « animata », cioè dotata di *energia*. Coll'analisi chimica noi non troviamo negli organismi altri elementi che nei corpi naturali anorganici; noi troviamo che i movimenti degli uni e degli altri obbediscono alle stesse leggi della meccanica; noi ci convinciamo che la trasformazione di energia nella sostanza vivente avviene allo stesso modo e per gli stessi stimoli che nella materia anorganica. Già da queste constatazioni noi dovremo trarre la conclusione che anche la *percezione degli stimoli* (quale sensazione in senso obbiettivo, quale sentimento in senso soggettivo) è presente in modo altrettanto generale qui come là. Tutti i corpi naturali sono in un certo senso « sensibili ». Gli è appunto in questo modo energetico di concepire la sostanza che il nostro *monismo* si distingue essenzialmente dal concetto materialistico, il quale considera parte della materia « morta » come insensibile. Qui appunto sta aperta la via ad un'intesa fra il logico materialismo e realismo da un lato ed il logico spiritualismo e idealismo dall'altro. Ma sicuramente l'intesa non può avvenire se prima non ci si conceda che la vita organica è soggetta alle stesse leggi generali che la natura anorganica. Qui come colà il mondo esterno agisce come « stimolo » sul mondo interno del corpo. Noi ce ne convinceremo gettando uno sguardo alle diverse forme di sensazione che corrispondono alle diverse forme di stimolo. Luce e calore, stimoli chimici esterni ed interni, pressione ed elettricità provocano colla loro azione sui corpi organici ed anorganici analoghe sensazioni e susseguenti modificazioni.

Sensazione luminosa. — L'azione che viene esercitata dallo stimolo luminoso o fotico sulla sostanza vivente, la sensazione luminosa che ne risulta e le variazioni chimiche di energia che così vengono provocate hanno per tutti gli organismi un'altissima importanza fisiologica. Si può anzi dire che la luce solare è la prima, più antica ed importante sorgente della vita organica; tutte le altre energie sono in ultima istanza dipendenti dall'energia radiante della luce solare. La più antica ed importante attività del plasma, alla quale esso stesso deve la sua prima origine, è l'assimilazione del carbonio; ora questa plasmodomia dipende direttamente dalla luce solare. Se questa cade unilateralmente sull'organismo, essa provoca quella determinata forma di moto riflesso che si chiama fototassi od *eliotropismo*. Questo nella grande maggioranza degli organismi, tanto protisti che istoni, è *positivo*, cioè essi cercano la sorgente luminosa. Tutti sanno che i fiori che stanno in una camera presso alla finestra si rivolgono verso la luce. Tuttavia ci sono anche molti esseri viventi che si sono abituati a stare all'oscuro, che son dunque *negativamente* eliotropici o fototattici; essi sfuggono la luce e cercano il buio; così i funghi, molti muschi e felci, molti animali abissali.

Occhi e potere visivo. — I più importanti organi della sensazione luminosa sono negli animali superiori gli occhi; essi mancano a molti animali inferiori, come pure alle piante. La differenza essenziale tra l'occhio propriamente detto ed un semplice punto della pelle che sia sensibile alla luce sta in ciò che il primo ricava un'immagine degli oggetti esterni. L'inizio di questa « percezione di immagini », che noi chiamiamo « vedere », è dovuto al formarsi di una lente collettrice, di un corpo biconvesso rifrangente, in un punto dell'epidermide. Cellule pigmentate scure che lo circondano assorbono i raggi luminosi. Da questa prima forma filogenetica di organo visivo su fino all'evolutissimo occhio dell'uomo è una lunga scala di diversi stadii evolutivi, non meno estesa e meravigliosa della serie storica dei nostri strumenti ottici, dalle semplici lenti sino ai perfezionatissimi microscopii e telescopii moderni. Questa grande « meraviglia della natura », la lunga scala dell'evoluzione dell'occhio ha speciale interesse per molte importanti questioni generali di fisiologia e filogenia. Qui noi possiamo scorgere chiaramente come un apparato molto complicato e *adatto* sia nato in modo puramente meccanico, senza alcun piano predeterminato di costruzione. E possiamo anche riconoscere chiaramente per quale via meccanica sia apparsa dapprima una funzione organica *affatto nuova*, e una delle più importanti, la vista.

La sensazione luminosa del plasma. — La visione degli animali superiori risulta da una gran quantità di diverse funzioni alla quale

corrisponde altrettanta molteplicità nella organizzazione anatomica dell'occhio. Per le svariate e adatte funzioni vitali degli animali superiori, ma sopratutto per la meravigliosa attività mentale degli uomini civili, per il progresso dell'arte e della scienza non v'ha, dopo il cervello, un organo così indispensabile come l'occhio. Che cosa sarebbe il nostro spirito umano se noi non potessimo leggere, scrivere, disegnare e procurarci coi nostri occhi una diretta conoscenza delle forme e dei colori del mondo esterno? E tuttavia questa inapprezzabile funzione che è il *vedere* non è che il più alto e perfetto fiore di quella lunga serie di processi evolutivi cui è infimo e semplicissimo punto di partenza la sensitività luminosa generale od irritabilità fotica del *plasma*. Questa però mostra già spiccate differenze e gradazioni negli unicellulari protisti, anzi già fra i più antichi e bassi loro rappresentanti, tra le monere. Le singole specie di cromacee e di batterii sono in diverso grado eliotropiche e sono squisitamente sensibili al grado di stimolazione luminosa.

La sensazione luminosa negli anorgani. — Lo stesso stimolo che la luce esercita sull' omogeneo plasma delle monere essa l'esercita pure su molti corpi naturali anorganici; lo stimolo fotico provoca qui alterazioni in parte chimiche, in parte meccaniche. Ogni chimico parla di sostanze che verso la luce sono più o meno « sensibili »; ogni fotografo parla delle sue « lastre sensibili »; ogni pittore parla dei suoi « sensibili colori ». Molti composti chimici sono così sensibili alla luce che esposti al sole subito si scompongono e perciò devono essere conservati al buio. Per esprimere il diverso comportamento degli atomi gli uni verso gli altri noi non abbiamo altra parola che « sensazione o sensibilità ». A me pare che questo fatto parli con evidenza a favore del monismo ilozoico il quale afferma che ogni materia sia animata. Appunto la *sensibilità* viene considerata dai metafisici come attributo essenziale dell'« anima ».

Sensazione termica (senso termico). — Altrettanto generale come quella dello stimolo luminoso è l'azione dello stimolo calorifico su tutti gli organismi, la quale provoca quella sensazione che ci è ora piacevole ora spiacevole, come senso soggettivo di scottante e di caldo, di tepido e di freddo. L'organo di senso adibito a queste impressioni termiche è nei protisti la superficie dell'unicellulare corpo plasmatico, negli istoni l'epidermide che limita la loro superficie verso il mondo esterno. In tutti gli esseri viventi la temperatura dell'ambiente (acqua od aria) ha grande influenza pel regolare compimento delle loro funzioni vitali e l'ha pure negli animali e vegetali fissi la temperatura del fondo al quale essi sono fissati. Questo grado di calore deve sempre

oscillare tra il punto di congelazione e il punto dell'ebollizione dell'acqua, perchè l'acqua allo stato liquido è indispensabile per l'*imbibizione* della sostanza vivente e per i movimenti molecolari interni del plasma. È vero che alcuni protisti inferiori (cromacee, batterii) possono anche sopportare per breve tempo temperature altissime o bassissime, ma solo transitoriamente. Alcuni protisti (monere e diatomee) poterono sostenere più giorni senza morire una temperatura inferiore a — 200° centigradi, ed altri una temperatura superiore al punto di ebollizione. Certi vegetali ed animali artici o di alta montagna possono rimanere più mesi in istato di completa congelazione e dopo il disgelo seguitare a vivere. Ma anzitutto la resistenza a tale grado estremo di freddo non dura che un tempo limitato e poi durante questo gelido irrigidimento ogni funzione vitale è sospesa.

Limiti di temperatura. — Nella gran maggioranza dei viventi l'attività vitale è invece legata a limiti di temperatura molto stretti. Molti vegetali ed animali dei tropici che da migliaia d'anni sono abituati alla costanza del caldo clima equatoriale, non possono sussistere che entro strettissimi limiti di variazione termica. Inversamente si comportano molti abitatori del centro della Siberia, il cui clima estremo continentale è nel breve estate molto caldo e nel lungo inverno molto freddo. Il plasma vivente coll'adattarsi a molto diverse condizioni di vita ha dunque subìto, per quanto riguarda il suo *senso termico*, notevolissime modificazioni; tanto il *maximum* e *minimum* come l'*optimum* dello stimolo termico subiscono grandissime oscillazioni. Ciò si può osservare molto nettamente e verificare sperimentalmente nei fenomeni della termotassi o termotropismo cioè dei riflessi che appaiono in seguito all'azione unilaterale dello stimolo termico. Lo stato in cui si trova l'organismo al disotto della minima viene anche detto « irrigidimento per freddo », cui corrisponde al disopra della massima l'« irrigidimento per caldo ».

Sensazioni termiche degli anorgani. — Come lo stimolo luminoso, anche lo stimolo termico esercita la sua azione sui corpi naturali anorganici in modo così generale come sugli organici. Anche qui sta in generale la legge che le temperature elevate eccitano la sensibilità mentre le inferiori la deprimono. Anche per molti processi fisici e chimici del mondo anorganico vi è un minimo, un ottimo e un massimo. Per l'azione solvente dell'acqua liquida il congelamento significa il minimo dello stimolo termico, l'ebollizione invece il massimo. Poichè i varii composti chimici si sciolgono nell'acqua a temperature molto differenti, per molte sostanze v'è anche un *optimum*, cioè quella temperatura alla quale una data quantità del corpo solido si scioglie più facilmente e rapidamente in acqua. In generale, pei processi chimici

vale la legge che essi dalle alte temperature sono accelerati, dalle basse rallentati (come le « passioni » umane!); le prime hanno un'azione eccitante, le seconde deprimente. Poichè l'azione reciproca delle diverse combinazioni chimiche è determinata dalla natura degli elementi e dalla loro affinità elettiva, così anche il loro diverso comportamento verso gli stimoli termici noi lo dobbiamo ricondurre alla sensibilità termica degli atomi che li compongono; l'innalzamento del grado di calore la eccita, l'abbassamento la deprime. Anche qui i semplici processi anorganici sono essenzialmente uguali ai complicati fenomeni vitali dei corpi organici.

Sensazione chimica (« chemaesthesis »). — Poichè noi dobbiamo in fondo considerare tutto il complesso della vita organica come un complicatissimo processo chimico, dobbiamo sin d'ora aspettarci che anche gli stimoli chimici abbiano grande importanza nel processo della sensazione. E di fatto è così; dalla più semplice monera fino alla differenziatissima cellula, e da questa su fino al fiore dell'albero, fino all'attività pensante dell'uomo, i processi vitali sono retti da forze chimiche e trasformazioni d'energia, cui dànno la prima spinta *stimoli chimici* esterni o interni. La percezione di stimolo che questi provocano vien detta in generale *chemestesi*, sensazione di sostanza o sensazione chimica; il suo fondamento sta in quel reciproco comportamento delle sostanze chimiche od elementi che noi chiamiamo affinità chimica. In questa *affinità elettiva* si manifestano fenomeni generali di attrazione, che dipendono dalla natura stessa degli elementi e partitamente nelle speciali proprietà degli atomi che li costituiscono; ciò non si può spiegare se non attribuendo ad essi una *sensazione* incosciente (intesa nel più vasto senso), un senso inerente di gradimento o di sgradimento nel contatto di altri atomi (« Amore e odio degli elementi » in Empedocle).

Stimoli chimici. — Gli innumerevoli stimoli diversi i quali agiscono chimicamente sul plasma e ne eccitano la « sensazione di materia », possono essere divisi in due grandi gruppi: stimoli esterni e stimoli interni. Questi ultimi stanno nell'organismo stesso e determinano le interne « sensazioni degli organi »; i primi stanno nel mondo esterno e vengono sentiti come gusto, odore, senso sessuale, ecc. Negli animali superiori per questi stimoli chimici esterni vi sono speciali « organi di senso chimico »; poichè questi ci sono ben noti per esperienza propria e poichè la fisiologia comparata ci permette di riconoscere le stesse disposizioni negli animali superiori è di questi stimoli che noi dapprima ci occuperemo. In generale vale anche per questi stimoli chimici esterni la stessa legge che per gli stimoli ottici e termici; le

gradazioni della loro azione lasciano riconoscere un *maximum* come limite superiore della loro azione eccitatrice, un *minimum* come limite inferiore ed un *optimum* come grado di mezzo in cui lo stimolo eserciti più fortemente la sua azione.

Sensazione gustativa. — La parte importante che spetta nella vita umana alla funzione del gusto ed al piacere che vi si collega, è universalmente nota. L'accurata scelta e preparazione di cibi gustosi, che diventa nella gastronomia un' « arte » speciale, e nella gastrosofia persino uno speciale ramo di filosofia pratica, fu già 2000 anni sono così importante presso i Greci ed i Romani, come lo è oggidì nei *Liebesmahlen* degli ufficiali e nei pranzi luculliani dei milionarii. Lo stato d'animo che è eccitato dalla raffinata vicenda di diversi squisiti cibi e bevande e che trova ora la sua espressione retorica in tanti brindisi e discorsi, ha la sua radice filosofica nell'armonia delle sensazioni gustative, negli alternati stimoli che esercitano diversi « delicati » cibi e bevande sugli organi di gusto, lingua e palato. Sono organi microscopici di questa parte della cavità boccale i « calici o bottoni gustativi », strutture caliciformi che sono tappezzate da « cellule gustative » fusiformi ed hanno una piccola apertura verso la cavità boccale. Le sostanze gustose, liquidi e parti liquide o solubili dei cibi, toccando le cellule gustative, eccitano le minute terminazioni dei nervi gustativi. Ora, poichè noi vediamo che nel più degli animali superiori vi sono nella cavità boccale uguali o simili disposizioni e che anch'essi scelgono accuratamente il loro cibo, noi possiamo conchiudere con sicurezza che la sensazione del gusto avviene in essi in simil modo come nell'uomo. Per contro in molti animali inferiori ciò non si può constatare; segnatamente non si può qui stabilire il limite fra organo di gusto e organo di olfatto.

Sensazione olfattiva. — Nell'uomo e nei vertebrati superiori viventi e respiranti nell'aria la sede dell'olfatto è la cavità nasale, e nell'uomo specialmente quel territorio della mucosa nasale che è chiamato *regione olfattiva* (la parte superiore del setto nasale, le conche superiori e medie). Condizione perchè si abbia sensazione olfattiva è che le materie odoranti e gli stimoli olfattorii possano essere trasportati in forma finamente suddivisa sulla molle mucosa olfattiva. Quando essi toccano le *cellule olfattive*, esili cellule bacillari che alla estremità libera portano finissimi peli (peli olfattivi), allora lo stimolo olfattorio eccita le ultime terminazioni del nervo olfattorio colle quali esse sono connesse.

In molti animali, sopratutto mammiferi, il *senso dell' olfatto* ha

nella vita una importanza molto maggiore che nell'uomo, nel quale esso è relativamente poco sviluppato. È noto che i cani ed altri carnivori ed anche degli ungulati hanno odorato senza confronto più acuto che nell'uomo. La cavità nasale, che è la sede del senso dell'olfatto, è qui anche più grande, e le « conche olfattive » contenutevi hanno molto maggior sviluppo. La cavità nasale pari dei vertebrati a respirazione aerea è sôrta primitivamente da un paio di fosse olfattive aperte che si trovano nella pelle del capo dei pesci. In questi vertebrati, viventi nell'acqua, l'azione chimica degli stimoli olfattivi deve compiersi, come la sensazione di gusto, in altra guisa. Qui, infatti, le sostanze odoranti vengono portate in forma fluida a contatto colla membrana olfattiva (nell'uomo esse in questo stato non sono odorabili). Del resto nei vertebrati inferiori il limite fra il senso dell'olfatto e quello del gusto si oblitera completamente; questi due *sensi chimici* sono strettamente affini fra loro ed hanno in comune la diretta azione chimica dello stimolo sul punto sensibile della pelle.

Sensazioni gustative delle piante. — Alcune piante superiori carnivore mostrano una sensazione chimica di materia, la quale corrisponde interamente alla vera sensazione gustativa degli animali superiori. Le foglie della nostra indigena *Drosera rotundifolia* sono sensibilissime trappole da insetti, munite al loro margine di « tentacoli » a capocchia, peli capitati, glutinosi, che secernono un succo acido, il quale digerisce la carne. Se un corpo solido (non una goccia d'acqua) tocca la superficie della foglia, lo stimolo agisce sulla capocchia dei tentacoli determinando la chiusura della foglia. Ma solo se il corpo estraneo è azotato (carne o cacio) la capocchia del tentacolo secerne il liquido acido che vale a digerirlo e che corrisponde al sacco gastrico degli animali. La foglia di queste piante carnivore *gusta* dunque il nutrimento carneo e lo distingue da altri corpi solidi che le sono indifferenti. Ma in più vasto senso si può anche chiamare « organo del gusto » l'apice delle radici delle piante poichè esso si spinge nel suolo verso i punti più grassi che hanno un maggior contenuto nutritizio, evitando i siti magri. Nei vegetali ed animali unicellulari l'azione di stimoli chimici si manifesta specialmente quando essi agiscano unilateralmente sull'organismo provocando determinati movimenti in questa direzione (*chemotaxis*).

Chemotassi (o *chemotropismo*). — Quei movimenti degli organismi unicellulari i quali sono provocati da stimoli chimici e sono designati col nome di chemotropismo (più recentemente con quello di chemotassi) sono specialmente interessanti perchè essi già negli infimi organismi, anzi già nel plasma omogeneo delle monere, permettono

ai riconoscere una sensazione chimica che si accosta al gusto od all'olfatto.

Ripetute esperienze di Wilhelm Engelmann, Max Verworn ed altri hanno mostrato che molti batteri, diatomee, infusori, rizopodi ed altri protisti hanno una corrispondente sensazione gustativa; essi si muovono verso certi acidi (per es., una goccia di acido malico) ovvero una vescicola d'ossigeno che entri da un lato nella goccia d'acqua nella quale si trovano i protisti sotto al microscopio. Molti batteri patogeni secernono sostanze venefiche che sono estremamente nocive all'organismo umano. Le mobili cellule bianche del sangue umano o leucociti hanno un « gusto » speciale per questi veleni batterici e per mezzo dei loro movimenti ameboidi emigrano in massa verso i punti del corpo in cui essi vengono secreti, esse mangiano i batteri. Quando nella lotta coi batteri i leucociti sono i più forti, questi li distruggono e, come farebbe una polizia sanitaria, impediscono l'infezione velenosa del nostro organismo. Ma se viceversa i batteri sono vincitori, essi vengono trasportati dai leucociti verso altri punti del corpo; essi distinguono il loro plasma col gusto e possono provocare un'infezione mortale.

Chemotropismo erotico. — Tra le azioni degli stimoli chimici ha speciale interesse ed importanza quella che consiste nella reciproca attrazione delle due sorta di cellule sessuali e che già 30 anni sono io distinsi col nome di chemotropismo erotico facendo rilevare come essa sia la più antica sorgente filogenetica dell'amore sessuale (*Antropogenia*, 1874, 5ª ediz., 1903). I fenomeni della fecondazione, i più importanti tra tutti i processi della generazione sessuale, consistono nella fusione di due diverse cellule, l'ovocellula femminea e la spermocellula maschile. Questa fusione non avverrebbe se le due cellule non avessero la « sensazione » della loro diversità chimica e la tendenza alla reciproca unione; sotto questa spinta esse si attraggono. Questa « affinità sessuale » si manifesta già negli infimi gradi della vita vegetale, nei protofiti e nelle alghe. Qui sono spesso mobili le due sorta di cellule e nuotano l'una verso l'altra per riunirsi, i minori (maschili) microgameti coi maggiori (femminei) macrogameti. Nei vegetali ed animali superiori per solito la sola spermocellula maschile è mobile e nuota verso la grossa ed immobile ovocellula per fondersi con essa. Il senso che la spinge è chimico, è un'attività sensoria affine all'olfatto ed al gusto. Ciò hanno mostrato le belle ricerche di Pfeffer; egli dimostrò che la cellula flagellata maschile delle felci è attirata dall'acido malico, quella dei muschi dallo zuccaro di canna, tanto come dalle emanazioni dell'ovocellula femminile. Ma dallo stesso chemo-

tropismo erotico dipende pure la fecondazione di tutti gli organismi superiori.

Sensazione sessuale (*Eros*). — Mentre noi dobbiamo considerare il chemotropismo erotico come una funzione sensoria delle cellule sessuali che ha luogo in tutti gli organismi anfigoni, negli organismi superiori si sviluppano ancora, accanto ad essa, speciali forme di *senso sessuale* che sono legate ad *organi* speciali; come sorgente dell'amore sessuale esse hanno nella vita di molti istoni la massima importanza. Nell'uomo, come nel più degli animali superiori, questi sentimenti erotici si collegano colle più elevate immagini della vita psichica ed hanno portato con sè lo sviluppo delle più notevoli abitudini, istinti e passioni. Guglielmo Bölsche, nel suo celebre libro sopra « la vita d'amore in natura » (1903) ha raccolto da questo campo infinitamente ricco ed attraente delle « meraviglie della natura » un geniale spicilegio. È noto che questo senso sessuale dell'uomo si è svolto da quello dei più prossimi mammiferi, delle scimmie. Però mentre in molte scimmie esso si presenta come una svergognata e ributtante caricatura, nell'uomo esso, nel corso dell'evoluzione della coltura, si è infinitamente nobilitato e raffinato. Tuttavia gli organi del senso sessuale e la loro energia specifica sono rimasti gli stessi; nei vertebrati come negli artropodi ed in molti altri metazoi, gli organi copulatori (*copulativa* — pene del maschio, clitoride e vagina della femmina) sono forniti di speciali forme di cellule (« corpuscoli della voluttà ») che sono la sede del più vivo senso voluttuoso (Cfr. *Antropogenia*, 5ª ediz., pagina 902, Tav. 30). Anche i peli pudendi che coprono il monte di Venere sono squisiti organi del senso sessuale, come pure i peli di tatto presso la bocca (baffi). Si è qui svolta in guisa singolarissima l'intima correlazione fra le energie sensorie degli organi copulatori e le funzioni « spirituali » del sistema nervoso centrale. Anche un gran territorio della rimanente epidermide può qui cooperare quale organo secondario del senso sessuale, come dimostrano le carezze, i baci, gli abbracciamenti, ecc. Il nostro massimo poeta lirico, Goethe, che fu in pari tempo il nostro più acuto filosofo monistico e profondo conoscitore degli uomini, ha espresso in forma insuperabile questo fondamento materiale e soprasensibile dell'amore sessuale. L'ontogenia dimostra chiaramente che gli organi elementari di esso, le cellule epidermiche, si svolgono tutte dall'ectoderma.

Sensazioni organiche. — Con quest'espressione la moderna fisiologia designa la sensazione di determinati stati interni del corpo i quali negli organi stessi sono determinati in massima parte da stimoli

chimici (in piccola parte anche da stimoli meccanici o d'altra natura). Appunto questi stati, quali percezioni soggettive di stimolo dello stesso organismo, vengono prevalentemente chiamati *sensi*, se positivi, di piacere, di benessere, di trasporto; se negativi, di tedio, malessere, dolore, ecc. Queste sensazioni degli organi, le quali sono anche chiamate « sensazioni generali », hanno massima importanza per l'autoregolazione del complicato organismo. Alle sensazioni *positive* degli organi appartengono non solo il senso corporeo di sazietà, di quiete, di benessere, ma ancora le sensazioni psichiche della gioia, del buon umore, della pace dell'anima, ecc.

Così pure appartengono alle sensazioni generali negative non solo la fame e la sete, la stanchezza del corpo, i dolori di ventre ed il mal di mare, ma anche la spossatezza psichica, il capogiro, il tedio, la melanconia ecc. Tra questi due gruppi sta il terzo gruppo delle sensazioni organiche *neutrali*, le quali non significano nè dolore, nè piacere, ma solo la percezione di certi stati interni, per esempio, la tensione muscolare (nel sollevare oggetti pesanti), la posizione relativa delle membra del nostro corpo (incrociando le gambe), e così via.

Sensazioni di materia negli anorgani. — Altrettanto generale ed importante, come nella vita di tutti gli organismi, è pure la sensazione chimica in tutte le parti della natura inorganica. Qui infatti essa è nientemeno che la base della cosidetta « affinità » chimica. Non si può concepire nella sua intima essenza alcun processo chimico senza che si attribuisca agli atomi di esso una certa sensibilità, senza che si spieghi la sua combinazione col senso di gradimento. Il grande Empedocle (nel secolo v avanti Cristo) aveva già spiegato il divenire di tutte le cose colla miscela dei suoi quattro elementi, colla vicenda dell'amore (attrazione) e dell'odio (ripulsione). S'intende che questa attrazione ed avversione ce le dobbiamo figurare come *incoscienti* tanto come gli « istinti » delle piante e degli animali. Se si preferisce in questo caso evitare la parola « sensazione » si può allora parlare invece di *éstesi*, chiamando *tropesi* il movimento che segue tali stimoli e *tropismo* (o, come ora dicono, *taxis*) la facoltà di compiere tale movimento (Cfr. cap. XII dei « Problemi della vita »). Prendiamo come esempio il più semplice caso di una combinazione chimica: quando noi maciniamo insieme zolfo e mercurio, due elementi affatto diversi, gli atomi di queste materie finamente suddivise si uniscono strettamente e formano un terzo corpo chimico affatto diverso da esse, il cinabro. Come è possibile questa sintesi senza che i due elementi si *sentano* reciprocamente e si muovano l'uno verso l'altro per poi combinarsi?

Sensazione del peso (*barestesi*). — È affatto generale in natura la percezione dello stimolo meccanico dell'attrazione di massa, che trova la sua più estesa espressione nella legge della gravitazione di Newton. Secondo questa legge fondamentale che domina tutto l'universo, due particelle materiali si attraggono in ragione diretta delle loro masse ed in ragione inversa del quadrato della loro distanza. Anche questa attrazione si deve ricondurre alla *sensazione di massa* degli atomi che reciprocamente si attraggono. La sensazione locale che esercita qualsiasi corpo a contatto della superficie di un organismo viene percepita come *pressione* (*baros*). Uno stimolo che eserciti unilateralmente questa pressione provoca come reazione una contropressione e lo *sforzo* ad equilibrare la prima (*barotassi* o *barotropismo*). La sensibilità alla pressione od al contatto di corpi solidi è generalmente diffusa nel mondo organico; la si può constatare sperimentalmente tanto nei protisti come negli istoni. Quali organi di questo *senso della pressione* (o barestesi) si sono sviluppati negli animali superiori speciali organi di senso nella pelle, i « corpuscoli tattili »; essi sono sopratutto numerosi alla punta delle dita ed in altre parti specialmente « sensibili ».

In molti animali superiori sono sede speciale di una squisita sensibilità tattile i tentacoli, negli articolati superiori le « antenne ». Ma anche nelle piante superiori sono molto diffusi simili organi di tatto e di presa, segnatamente nelle piante rampicanti (vite, brionia, ecc.). I loro esili viticci che si curvano ed arrotolano a spira sentono squisitamente le qualità dei sostegni che essi avvinghiano; essi distinguono i sostegni lisci e gli scabri, i sottili ed i grossi e preferiscono questi ultimi ai primi. Parecchie piante superiori, che sono specialmente sensibili alla pressione e che talora hanno persino speciali organi di senso (tentacoli), manifestano questi sensi mediante movimenti delle foglie (le « piante sensitive », *Mimosa*, *Dionaea*, *Oxalis*). Ma già sugli unicellulari protisti il contatto di corpi solidi esercita uno stimolo la cui percezione libera dei moti corrispondenti (tigmotassi o tigmotropismo). Una singolare forma di percezione di pressione è provocata in molti organismi dalla corrente di liquidi: p. es., nei micetozoi essa provoca un moto contrario corrispondente (reotassi, reotropismo) come mostrò Ernesto Stahl con esperimenti sull'*Aethalium septicum*.

Elasticità. — Ci offre un'interessante analogia col tigmotropismo del semifluido plasma vivente l'elasticità dei corpi solidi anorganici, p. es. di una bacchetta d'acciaio. Agendo come molla la bacchetta metallica elastica reagisce contro la pressione della forza che l'ha piegata e si sforza di riprendere la sua figura primitiva. Mediante la

sua elasticità di torsione la molla metallica spirale di un orologio mette quest'ultimo in movimento.

Geotassi (o *Geotropismo*). — In botanica ha speciale importanza l'azione che esercita la gravità sull'accrescimento delle piante. L'attrazione di massa verso il centro della terra fa sì che le radici positivamente geotropiche crescano addentrandosi verticalmente nel suolo mentre i fusti negativamente geotropici crescono su in direzione opposta. Lo stesso vale per molti animali fissi che sono fissati al fondo da radici, come i polipi, coralli, briozoi, ecc. Ma anche la locomozione degli animali liberi, i rapporti di posizione del loro corpo col suolo, la posizione e l'atteggiamento delle loro estremità ecc. vengono determinati in parte dalla sensazione della gravità e in parte dall'adattamento a date funzioni che vi si contrappongono, corsa, nuoto, ecc. Tutte queste sensazioni geotropiche appartengono allo stesso gruppo dei fenomeni barotattici come la caduta di una pietra o qualsiasi altra azione della gravità che dipenda dalla sensazione anorganica dell'attrazione di massa.

Sensazione dello spazio. — In seguito a questi adattamenti si sviluppa negli animali superiori liberamente mobili un deciso *senso dello spazio*. La sensazione delle tre dimensioni dello spazio diventa qui un importante mezzo d'orientamento e nei vertebrati si sviluppano, dai pesci su fino all'uomo, come speciali organi di esso, i tre canali semicircolari dell organo uditivo. Questi tre canali semicircolari che giaciono perpendicolarmente l'uno all'altro nelle tre dimensioni dello spazio permettono anzitutto la sensazione della posizione del capo e del movimento di esso, e poi, in rapporto con essa, anche quella dell'atteggiamento del corpo e dell'equilibrio. Se si distruggono i tre canali semicircolari l'equilibrio è perduto, il corpo oscilla e cade. Questi organi hanno dunque significato non acustico, ma statico o geotattico, e lo stesso vale per le « vescicole uditive » di molti animali superiori, le quali sono vescicole sferiche che contengono, oltre ad un liquido, un corpo solido: la pietruzza uditiva od otolito. Quando questo corpo muta la sua posizione coll'atteggiamento di tutto l'animale esso preme sui tenui peli uditivi, che quali rami terminali del nervo acustico, si addentrano nella vescicola. Frattanto è probabile che il *senso di equilibrio* sia spesso combinato col senso dell'udito.

Sensazione del suono. — La percezione di rumori o suoni che viene chiamata *udito* è limitata a parte degli animali superiori liberamente mobili, presupponendo che le vescicole uditive poc'anzi ricordate non permettano oltre al senso statico anche quello acustico.

La funzione speciale dell'*udire* è determinata da vibrazioni del mezzo (aria od acqua) in cui vive l'animale, o da vibrazioni di corpi solidi (per es. di un *diapason*), che vengano posti in contatto con esso. Quando le vibrazioni sono irregolari, esse vengono percepite come *rumori*, quando sono regolari come *suoni*. Le vibrazioni dei corpi sonori vengono trasmesse alle cellule uditive che rappresentano l'espansione terminale dei nervi uditivi. La sensazione specifica dell'udito si deve dunque primitivamente ricondurre alla *sensazione di pressione* dalla quale essa si è svolta. Poichè l'organo dell'udito è, come l'occhio, fra i più importanti organi della vita psichica, e poichè il raffinato orecchio musicale dei moderni uomini colti è spesso considerato come una funzione metafisica dell'anima, è importante constatare che anche qui il punto di partenza è puramente fisico, cioè si deve ricondurre al senso della pressione di massa, alla forza di gravità.

Sensazioni elettriche. — La grande importanza che spetta in tutta la natura, tanto organica che anorganica, all'elettricità è stata solo da poco tempo apprezzata in tutto il suo valore. Con molti processi chimici ed ottici (o, secondo un'opinione più recente, con tutti) sono anche collegati processi elettrici. Ma fino a qual punto, nelle diverse classi degli organismi, sia diffusa una sensazione speciale per l'elettricità, ci è ben poco noto. L'uomo stesso ed il più degli animali superiori non posseggono organi elettrici (facendo astrazione dall'occhio), nè hanno organi di senso speciali da cui dipenda una specifica « sensazione elettrica ». È probabile che le cose vadano altrimenti per molti animali più bassi e sopratutto per quelli che sviluppano elettricità libera, come i pesci elettrici. I girini di rana e gli embrioni di pesci collocati in un recipiente pieno d'acqua attraverso al quale sia condotta una corrente galvanica si dispongono quando essa è chiusa col loro asse longitudinale in direzione delle curve di corrente e precisamente in modo che il capo è diretto verso l'anodo e la coda verso il catodo (Hermann). Anche gli animali marini luminosi che producono il bel fenomeno della « fosforescenza » marina, poi le lucciole ed altri organismi luminosi, hanno probabilmente un'inconscia sensazione per le correnti di energia elettrica che sono connesse con quella luminosità. Forse anche il nostro « senso muscolare » ha con ciò qualche relazione. Una diretta reazione agli stimoli elettrici la mostrano molte piante; se attraverso agli apici delle radici (sensibilissimi « organi di senso » paragonati dal Darwin al cervello degli animali!) si fa passare per lungo tempo una corrente galvanica costante, esse si curvano verso il catodo.

Galvanotassi dei protisti. — Sono molto sensibili alle correnti elettriche molti protisti, come fu mostrato sopratutto, con una serie di bei sperimenti, da Max Verworn. Il più degli infusori ciliati e molti rizopodi (*Amoeba*) hanno sensibilità catodica, cioè sono negativamente galvanotattici. Se attraverso ad una goccia d'acqua in cui brulicano migliaia di *Paramoecium* si conduce una corrente elettrica costante, subito tutti gli infusorii nuotano col polo anteriore del corpo all'avanti verso al catodo o polo negativo e si accumulano in fitte masse attorno ad esso. Se ora si inverte la direzione della corrente tutta la compagnia si rivolge e nuota subito in direzione opposta, verso il nuovo catodo. Inversamente si comportano il più dei flagellati: essi hanno sensibilità anodica, cioè sono positivamente galvanotattici. In una goccia d'acqua in cui formicolino schiere di *Polytoma*, tutte le cellule al passaggio d'una corrente galvanica nuotano subito verso l'anodo o polo positivo. È molto interessante l'opposto galvanotropismo di questi due gruppi di infusorii in una goccia d'acqua in cui essi s'incrociano confusamente: appena passa in essa una corrente costante i ciliati nuotano verso il catodo, i flagellati verso l'anodo. Invertendo la corrente, le due schiere si precipitano come due eserciti nemici l'una contro l'altra, si incrociano nel mezzo della goccia e si raccolgono nuovamente ai poli opposti. Questo ed altri fenomeni di *sensazione galvanica* mostrano chiaramente che il plasma vivente è soggetto alle stesse leggi fisiche come l'acqua che dalla corrente elettrica è decomposta in idrogeno ed ossigeno; questi due elementi *sentono* le opposte elettricità.

QUINDICESIMA TABELLA

Scala della sensibilità ed irritabilità

I grado. *Sensibilità degli atomi.* Affinità degli elementi manifestantesi in ogni processo chimico.

II grado. *Sensibilità delle molecole* (gruppi di atomi). Nell'attrazione e repulsione delle molecole (elettricità positiva e negativa, ecc.).

III grado. *Sensibilità dei plastiduli* (micelli, biogeni o molecole plasmatiche). Nel semplicissimo processo vitale delle monere (cromacee e batterii).

IV grado. *Sensibilità delle cellule.* Irritabilità dei protisti unicellulari (protofiti e protozoi), chemotropismo erotico inerente al nucleo cellulare, trofico inerente al corpo delle cellule.

V grado. *Sensibilità dei cenobii* (*Volvox, Magosphaera*). Colla formazione di società cellulari si collega l'associazione di sensazioni (senso singolo delle cellule sociali collegato col senso collettivo del cenobio).

VI grado. *Sensibilità dei vegetali inferiori.* Negli infimi metafiti tutte le cellule sono ancora in egual misura sensibili; mancano ancora speciali organi di senso.

VII grado. *Sensibilità dei vegetali superiori.* Nei metafiti superiori si sviluppano in dati siti cellule o gruppi di cellule specialmente sensibili, dotate di energia specifica.

VIII grado. *Sensibilità dei metazoi inferiori,* senza nervi ed organi di senso differenziati. Celenterii inferiori: spugne, polipi, platodari.

IX grado. *Sensibilità dei metazoi superiori,* con nervi ed organi di senso differenziati, ma ancora privi di coscienza (?). Celenterii inferiori ed il più dei celomari

X grado. *Sensibilità con coscienza nascente,* con sviluppo indipendente del fronema. Articolati superiori (ragni, insetti) e vertebrati (anfibii, rettili inferiori, mammiferi inferiori).

XI grado. *Sensibilità con coscienza e pensiero:* Amnioti; rettili, uccelli e mammiferi superiori; selvaggi e barbari.

XII grado. *Sensibilità con produttività psichica nelle arti e nella scienza:* Uomini civili e uomini côlti.

QUATTORDICESIMO CAPITOLO

VITA PSICHICA

Spirito ed anima. — Psiche e fronema.

Evoluzione dello spirito. — Ragione. — Coltura. — Scienza.

« L'avanzamento della fisiologia (nelle conoscenze psichiche) è reso difficile dalla tradizione di forme verbali formate in base alle più puerili esperienze, che colla loro continua applicazione hanno signoreggiato già da tempo il pensiero umano e si sono ereditate di generazione in generazione come simboli intangibili. I vocaboli « anima » e « spirito », istituiti da un lato come nomi collettivi esprimenti il conoscere ed il sentire e dall'altro lato per esprimere gli interni processi che si manifestano in un individuo con fatti e parole, poco alla volta da forme di concetto si sono cambiati in esseri immateriali indipendenti, a scrutare i quali non giungerebbero i mezzi delle scienze naturali ».

HERMANN KRÖLL (1900).

« In senso generale *anima* significa il principio dell'unità della nostra vita *corporea* e *spirituale* la cui intima identità io tengo per ben stabilita. Son passati i tempi in cui si considerava il corpo e lo spirito come due esseri artificialmente foggiati l'uno sull'altro ma del resto interamente diversi, come vicendevoli prigionieri e servi. Le scienze naturali e la filosofia hanno invece dimostrato vittoriosamente il naturale collegamento, l'inseparabilità e la parentela naturale di entrambi ed ormai non si può più discutere che sul modo della loro unione e della loro reciproca azione ».

EMIL HUSCHKE (1854).

SOMMARIO DEL CAPITOLO QUATTORDICESIMO

Spirito ed anima. — Intelletto e ragione. — Ragion pura. — Dualismo di Kant. — Antropologia. — Antropogenia. — Embriologia dello spirito. — Spirito dell'embrione. — Spirito canonico. — Tutela legale dell'embrione. — Filogenesi dello spirito. — Paleontologia dello spirito. — Psiche e fronema. — Energia psichica. — Malattie dello spirito. — Forze psichiche. — Vita spirituale cosciente ed incosciente. — Teoria monistica e dualistica. — Vita psichica dei mammiferi, dei selvaggi, dei barbari, dei popoli civili e dei popoli cölti.

BIBLIOGRAFIA

Johannes Müller, 1840. *Sinne, Seelenleben, Zeugung* (Sensi, anima, generazione). Libro V, VI e VII della *Physiologie des Menschen* (Fisiologia umana). Coblenza.

Emil Huschke, 1854. *Schädel, Hirn und Seele des Menschen und der Thiere* (Cranio, cervello ed anima dell'uomo e degli animali). Jena.

Paul Flechsig, 1894. *Gehirn und Seele* (Cervello ed anima). Lipsia.

Sigmund Exner, 1894. *Entwurf zu einer physiologischen Erklärung der psychischen Erscheinungen* (Schizzo di una spiegazione fisiologica dei fenomeni psichici). Vienna.

Theodor Ziehen, 1902. *Ueber die allgemeinen Beziehungen zwischen Gehirn und Seelenleben* (Sulle relazioni generali fra il cervello e la vita psichica). Jena.

L. Edinger, 1904. *Vorlesungen ueber den Bau der nervösen Centralorgane des Menschen und der Thiere* (Lezioni sulla struttura degli organi nervosi centrali dell'uomo e degli animali), 7ª ediz. Lipsia.

Hermann Kröll, 1900. *Der Ausbau der menschlichen Seele* (La struttura dell'anima umana). Lipsia.

Id., 1902. *Die Seele im Lichte des Monismus* (L'anima dal punto di vista monistico). Strasburgo.

Ernst Haeckel, 1878. *Ueber Zellseelen und Seelenzellen* (Sulle anime delle cellule e le cellule dell'anima). Vol. I dei *Gemeinverständliche Vorträge* (Conferenze popolari). Bonn.

Id., *Anthropogenie* (Antropogenia). Conferenza 24ª, 5ª ediz. 1903. Lipsia.

Ludwig Büchner, 1877. *Aus dem Geistesleben der Thiere* (Dalla vita psichica degli animali), 4ª ediz. 1897, Berlino.

Leopold Besser, 1903. *Unser Leben im Lichte der Wissenschaft* (La nostra vita secondo la scienza). Bonn.

John Romanes, 1885-1893. *Die geistige Entwickelung im Thierreich und im Menschen* (L'evoluzione mentale nel regno animale e nell'uomo). Lipsia (traduzione dall'inglese).

Fritz Schultze, 1897. *Vergleichende Seelenkunde* (Psicologia comparata). Lipsia.

Wilhelm Preyer, 1882. *Die Seele des Kindes* (L'anima del bambino), 3ª ediz. 1890. Lipsia.

Karl Groos, 1904. *Das Seelenleben des Kindes* (La vita psichica del bambino). Berlino.

M. Probst, 1904. *Gehirn und Seele des Kindes* (Cervello ed anima del bambino). Berlino.

Fra tutte le « meraviglie della vita » la maggiore e la più interessante è senza dubbio lo *spirito* dell'uomo. Infatti quell'attività del nostro organismo umano che noi chiamiamo in stretto senso « il nostro spirito », non solo è per noi medesimi la più ricca sorgente di ogni superiore godimento vitale e di ogni valore individuale, ma è anche quella proprietà che, secondo i concetti dominanti, distingue in modo affatto speciale l'uomo dagli animali. È dunque cosa di fondamentale importanza per la nostra filosofia biologica il sottoporre ad una critica imparziale l'essenza del nostro spirito ed i suoi rapporti col corpo, la sua origine e la sua evoluzione.

Spirito ed anima. — Fin dal principio di questo studio di psicologia generale noi ci imbattiamo nella difficoltà di stabilire chiaramente il concetto di « spirito » e di distinguerlo nettamente da quello di anima. Questi due concetti sono molto ambigui; il loro contenuto e la loro estensione sono stati in diversi tempi e da diversi cultori della scienza definiti in modo molteplicemente vario. In amplissimo senso si può ritenere che « spirito » sia equivalente a *Dio* (o spirito universale, nel senso dei panteisti), oppure ad *energia* (o forza universale, in senso dinamistico). In senso più stretto si chiama però anche spirito quella parte della vita psichica che si connette col pensiero e colla coscienza, la quale dunque appartiene solo a quegli animali superiori che hanno intelletto o ragione. In senso strettissimo finalmente la sola *ragione* viene considerata come la vera funzione spirituale e come il più essenziale privilegio dell'uomo rispetto agli animali. Appunto in questo senso il Kant diede salda base ai concetti che circa alla attività spirituale erano dominanti e, colla sua « critica della ragion pura », pose addirittura la filosofia come « scienza della ragione ». Tal modo di determinare il concetto in questione essendo quello che ancora presentemente prevale nelle sfere scientifiche, noi pure ravviseremo dapprima la vita dello spirito nella ragione ed esamineremo dappresso questa ragione che è la massima « meraviglia della vita ».

Intelligenza e ragione. — Sulla differenza fra queste due funzioni psichiche superiori i psicologi ed i metafisici hanno emesso opinioni molto diverse. Per es. Schopenhauer attribuisce all'intelligenza come unica funzione la « causalità », alla ragione invece la « formazione dei concetti »; solo quest'ultima distinguerebbe l'uomo dagli animali. Frattanto la facoltà dell'astrazione, la quale riunisce in un solo concetto ciò che vi ha di comune in varie immagini concrete, si trova già negli animali superiori. I cani intelligenti non distinguono solo negli uomini, nei gatti, ecc. i singoli individui, dei quali gli uni riescono loro simpatici, gli altri antipatici, ma hanno pure il concetto di uomo e di gatto e si comportano molto diversamente di fronte all'uno od all'altro. D'altra parte la facoltà di formare dei concetti è ancora fra gli infimi selvaggi così scarsa che la loro ragione poco si solleva di sopra quella dei cani, dei cavalli, ecc.; la loro distanza spirituale dai superiori uomini colti è enorme. Ma una lunga « scala della ragione » collega i diversi gradi dell'associazione o collegamento di idee, i quali conducono alla formazione dei concetti; così pure non riesce possibile stabilire un limite assoluto fra le facoltà intellettuali inferiori e superiori degli animali, come anche fra queste ultime e la ragione. La differenza fra queste due funzioni cerebrali non è dunque che relativa e si deve intendere in questo senso che l'intelligenza comprende la stretta cerchia delle associazioni concrete o più ovvie, mentre la ragione comprende la più ampia cerchia degli astratti e più comprensivi gruppi di associazioni. Perciò nella vita mentale dello scienziato entra dapprima in opera, nella ricerca empirica, la intelligenza, intervenendo poi nel conoscimento speculativo la ragione. Tuttavia queste due funzioni cerebrali sono in pari modo *funzioni del fronema*, dipendenti dalla normale struttura anatomica e chimica di questo organo pensante.

Ragion pura. — Dacchè Emmanuele Kant, colla sua « critica della ragion pura » ebbe fatto di questo uno dei più importanti concetti della nuova filosofia, esso giunse, segnatamente nella « teoria della conoscenza » della moderna metafisica, a godere di grandissimo favore; però, come tutti gli altri concetti fondamentali, esso subì nella serie dei tempi essenziali trasformazioni. Lo stesso Kant intendeva in origine con « ragion pura » la « ragione indipendente da qualsiasi esperienza ». La nostra imparziale psicologia moderna, fondata sulla fisiologia del cervello e sulla filogenesi delle sue funzioni (dell'« anima ») ci ha tuttavia dimostrato che consimili conoscenze *a priori* indipendenti da qualsiasi esperienza non esistono affatto; la ragione che ora ci appare come una simile « conoscenza *a priori* »,

fu acquisita in origine *a posteriori* con migliaia di esperienze. In quanto si tratti del reale conoscimento della *verità* ciò fu ripetutamente riconosciuto dallo stesso Kant; nei suoi « prolegomeni a qualsiasi metafisica futura che possa apparire in forma scientifica » (1783, pag. 204) egli disse espressamente: « Qualsiasi conoscenza di cose per mezzo solo della ragion pura non è che mera apparenza e *solo nell'esperienza è la verità* ». Rannodandoci a questa teoria empirica della conoscenza del Kant n. 1 e rigettando l'opposta teoria trascendentale del Kant n. 2, noi non possiamo per nostra parte intendere per ragion pura che la « conoscenza scevra di pregiudizio », *libera da ogni dogma*, da qualsiasi creazione poetica della fede.

Dualismo di Kant. — Il noto motto della metafisica moderna « il ritorno a Kant » si è acquistato, sopratutto in Germania, un tale favore, che non solo quasi tutti i metafisici, i cultori ufficiali della « filosofia » nelle nostre università, ma anche molti naturalisti eminenti considerano la dualistica teoria della conoscenza di Kant come necessaria condizione preliminare di ogni ricerca della verità. Come Aristotile nel medio evo, così nel secolo XIX il Kant ha segnato in virtù della sua potente autorità la via che dovevano seguire nei loro concetti cosmici la gran massa degli uomini colti. L'influenza di questa autorità è sopratutto diventata così potente, perchè la dominante chiesa cristiana credette che colla « critica della ragione *pratica* » di Kant fosse stabilita l'incondizionata validità dei tre grandi misteri centrali della metafisica: il Dio personale, l'immortalità dell'anima ed il libero arbitrio. Qui si dimenticò che lo stesso Kant, nella sua « critica della ragion *pura* », non aveva potuto trovare alcuna prova in favore della verità di quei tre articoli di fede. Anche presso i Governi conservatori quei concetti dualistici trovarono un volonteroso appoggio. Tanto più ci sembra essere un dovere della nostra onesta ricerca del vero accennare qui ancora una volta a questo malaugurato ed insostenibile *dualismo* della metafisica kantiana (confronta « Problemi dell'universo », pag. 139, 479, ecc.). Del resto questa antinomia delle due ragioni del Kant è già stata così spesso e così a fondo illustrata da varie parti, che noi non abbiamo più bisogno di insistervi qui maggiormente (cfr. capitolo XIX).

Antropologia di Kant. — Sebbene il grande filosofo di Königsberg col suo vasto spirito critico abbia preso in esame tutti i lati della vita umana, tuttavia l'uomo rimase per lui, come per Platone ed Aristotele, Cristo e Descartes, un essere duplice, composto da un corpo fisico e da uno spirito trascendente. L'anatomia comparata e

l'embriologia che dànno ora solide basi morfologiche alla nostra antropologia monistica nacquero solo al principio del secolo XIX; al tempo di Kant esse non esistevano ancora. Tuttavia egli aveva un presentimento della loro importanza, come fu mostrato da Fritz Schultze nel suo interessante scritto sopra « Kant e Darwin » (1875); in taluni punti si trovano espressioni che si possono addirittura interpretare come velate anticipazioni sulle dottrine darwiniane. Il Kant tenne anche delle lezioni sull' « antropologia prammatica » e si occupò di psicologia etnica e dello studio delle razze umane. A maggior ragione deve apparirci strano che egli non sia arrivato ad una interpretazione filogenetica dello spirito umano e non abbia pensato alla possibilità della sua graduale evoluzione dalla psiche di altri vertebrati. Certamente glie lo impedì il carattere profondamente mistico della sua teoria della ragione, il dogma dell'immortalità dell'anima, del libero arbitrio e dell'imperativo categorico. La ragione restò pel Kant una trascendentale « meraviglia della vita » e questo errore dualistico ebbe massima influenza sulla costruzione di tutta la sua filosofia critica. È anche vero che allora le conoscenze sulla vita psichica dei selvaggi erano ancora incomplete; tuttavia una comparazione critica dei fatti allora noti a tale riguardo avrebbe già potuto testimoniare del basso stato animalesco della loro mentalità. Se il Kant avesse avuto dei bambini ed avesse seguìto passo a passo l'evoluzione dell'anima del bambino (come fece il Preyer un secolo più tardi), difficilmente egli avrebbe persistito nell'errore di credere che la ragione colla sua facoltà di ottenere conoscenze *a priori* sia una trascendente « meraviglia della vita », un dono sopranaturale fatto dal cielo all'uomo solo.

Difatto il falso concetto dualistico della vita psichica umana, che noi incontriamo dapprima in Platone e che fu dal Kant sistematicamente sviluppato, dipende in gran parte da ciò che essi non pensarono affatto ad una evoluzione storica naturale di essa; mancava ad essi il metodo comparativo e genetico, al quale da un mezzo secolo noi dobbiamo le più importanti indicazioni. Per Kant ed i suoi seguaci che si limitarono quasi esclusivamente all'unilaterale metodo introspettivo, all'esame interno della propria psiche, questo spirito sviluppatissimo del filosofo, addestrato a tutte le arti dell'acrobatica delle idee, restò il modello dell'anima umana in generale ed i gradi inferiori dell'attività mentale, quali si trovano nei bambini e nei selvaggi furono lasciati fuori di considerazione.

Antropologia moderna. — Il grandioso incremento dell'antropologia nella seconda metà del secolo XIX scalzò le radici all'antica

antropologia dogmatica ed alla base dualistica che le aveva dato il Kant. A ciò cooperarono molti nuovi rami delle scienze naturali che frattanto si erano sviluppati. L'anatomia comparata ci mostrò che tutta la nostra complicata struttura corporea è uguale a quella dei rimanenti mammiferi e partitamente diversa da quella degli antropoidi solo per piccole differenze di accrescimento, in seguito alle quali essa differisce anche nella forma delle singole parti. Segnatamente l'istologia comparata del cervello mostrò che questa proposizione è vera anche per questo, che è il vero organo dello spirito, a tutti comune. Dall'embriologia comparata noi abbiamo appreso che anche l'evoluzione individuale del nostro corpo umano dalla semplice ovocellula segue esattamente come negli antropoidi; anzi che gli embrioni di essi, anche in stadii più maturi, si possono a mala pena distinguere da quelli dell'uomo (*). Dalla chimica animale comparata risultò che anche le combinazioni chimiche che costituiscono gli organi del nostro corpo e le trasformazioni di energia che accompagnano il loro ricambio sono uguali a quelle dei rimanenti vertebrati. Così pure mostrò la fisiologia comparata, che tutte le funzioni vitali, la nutrizione e riproduzione, come il movimento e la sensibilità si devono ricondurre nell'uomo alle stesse leggi fisiche come negli altri vertebrati. Sopratutto fummo persuasi dallo studio sperimentale e comparato degli organi di senso e delle singole parti del cervello, che anche questi organi dello spirito lavorano nell'uomo allo stesso modo come negli altri primati. La moderna paleontologia ci insegnò che il genere umano data bensì da oltre centomila anni, ma che tuttavia non è comparso sulla terra che nel periodo terziario più recente. Le ricerche di preistorica e l'etnologia comparata mostrarono che agli uomini colti ed ai civili precedettero barbari inferiori ed a questi rozzi selvaggi i quali pel corpo e per lo spirito si avvicinavano agli antropoidi. Finalmente la riformata teoria della discendenza nel 1859 ci pose in grado di riunire in un tutto i più importanti risultati di tutte queste diverse ricerche antropologiche e di spiegarli filogeneticamente coll'origine dell'uomo da altri primati (antropoidi, cinopiteci, proscimmie, ecc.). Per tal modo venne data alla moderna antropologia una nuovissima *base monistica;* la posizione eccezionale dell'uomo nella natura, affermata dall'antica metafisica dualistica divenne per sempre insostenibile. Nell'ultima (quinta) edizione della mia *Antropogenia* (1903) io ho tentato di collegare tutti quei risultati di ricerche empiriche per trarne le linee generali di una filogenesi

(*) *Storia della Creazione naturale,* 10a ediz., Tav. 2 e 3. *Antropogenia,* 5a ediz., Tav. 11-15.

naturale dell'uomo e sopratutto per ricavare quest'ultima dalla sua embriologia. Di quale fondamentale importanza sia per la nostra filosofia monistica quest'antropologia filogenetica l'ho spiegato nel secondo e quarto capitolo dei « Problemi dell'universo ».

Antropologia ed antropogenia. — La concezione monistica del corpo e dello spirito umano che ci fu data su base zoologica dalla teoria della discendenza dovette naturalmente incontrare nelle sfere dualistiche della dominante *metafisica* la più fiera opposizione. Ma essa fu anche decisamente respinta da gran parte dei moderni antropologi empirici, sopratutto da quelli che si pongono come scopo capitale lo studio più « esatto » che sia possibile del corpo umano e la più minuziosa misura e descrizione delle sue singole parti. Si avrebbe dovuto supporre che questa antropologia ed etnologia descrittiva dovesse dare con gioia la mano alla nuova antropogenia ed utilizzare il suo pensiero direttivo fondamentale per unificare e comprendere causalmente l'eterogenea massa di materiali empirici che si era andata accumulando. La maggior parte dei così detti antropologi respinse la teoria della discendenza e la sua conseguenza più importante « l'origine dell' uomo dalle scimmie » come conseguenza ingiustificata; essa si limitò al minuto lavoro di aggiungere continuamente altro rozzo materiale empirico al crescente cumulo di nozioni, senza aver davanti agli occhi un chiaro scopo e determinate questioni. Ciò è sopratutto vero per la Germania, dove da trent'anni la società tedesca per l'antropologia e la preistoria rimase sotto la guida di Rodolfo Virchow. Questo celebre scienziato colla sua *Patologia cellulare* e con molti segnalati lavori nel campo della anatomia ed istologia patologica fin dalla metà del secolo XIX si era acquistato massima benemerenza per la riforma della medicina. Quando più tardi (dopo essersi stabilito a Berlino, 1856) egli dedicò la sua attività sopratutto a scopi politici e sociali, egli perdette di vista i grandiosi progressi fatti in altri campi della biologia, e sopratutto non riuscì più a comprendere il loro più importante risultato, la fondazione della teoria della discendenza per opera di Darwin. Vi si aggiunse (come per Wundt, Baer, Dubois-Reymond ed altri) quella fondamentale « metamorfosi psicologica », di cui ho già detto nel capitolo VI dei « Problemi dell'universo ». La straordinaria autorità di cui godeva il Virchow e lo zelo instancabile col quale egli ogni anno e fino alla sua morte (1903) combattè l'origine dell'uomo da altri vertebrati, provocarono in amplissima cerchia una tenace opposizione contro la teoria della discendenza. Essa fu sopratutto rafforzata da Giovanni Reinke di Kiel, segretario della Società antropologica. Solo

in tempi recentissimi si è prodotto a questo riguardo un favorevole rivolgimento. Tuttavia la mia antropogenia, come primo tentativo di dare una base coerente alla filogenesi dell'uomo e di spiegarla colla sua embriologia, è rimasta da trent'anni l'unico lavoro del suo genere.

Evoluzione dello spirito. — Come più sicuro fondamento della nostra psicologia monistica io, nei capitoli VIII e IX dei « Problemi dell'universo », ho messo in prima linea il fatto che lo spirito umano si evolve. Come ogni altra funzione del nostro organismo, anche la nostra funzione mentale ci offre il fenomeno naturale di una *evoluzione* in doppio senso, individuale nei singoli uomini, filetica nel genere umano. L'*ontogenesi* dello spirito, o l'embriologia dell'anima umana, presenta alla nostra immediata osservazione i diversi stadii di sviluppo che sono percorsi dalla vita psichica di ogni singolo uomo dal principio della sua esistenza fino alla morte. La *filogenesi* dello spirito, o la genealogia dell'anima umana, non permette una cotale osservazione diretta, essa può solo venir ricavata dalla comparazione e sintesi delle tradizioni storiche che ci offre da un lato la storia della coltura e la preistoria dell'uomo e dall'altro la critica comparazione dei diversi gradi della vita psichica presso i selvaggi ed i vertebrati superiori. In ciò è preziosa l'applicazione della legge biogenetica fondamentale (capitolo XVI).

Embriologia dello spirito. — Il bambino neonato non mostra ancora, ciò è certo, nessuna traccia di spirito, nessun indizio di ragione e di coscienza; queste due attività psichiche superiori mancano ancora ad esso così completamente come all'embrione dal quale esso si è svolto in nove mesi entro al ventre materno. Ancora nel nono mese, in cui il più degli organi dell'embrione umano sono già abbozzati o sviluppati nella forma più avanzata, esso non tradisce nella sua vita psichica alcuna traccia di spirito più che nol faccia l'ovocellula della madre o la spermocellula paterna dalla cui fusione (*amphimixis*) esso è nato. L'istante in cui queste due cellule sessuali dopo avvenuto l'accoppiamento si incontrano nell'ovidotto della femmina e si fondono l'una coll'altra segna nettamente il reale *inizio dell'esistenza individuale* e perciò anche dell'anima (come funzione potenziale del plasma). Ma il vero « *spirito* », cioè la ragione, quale superiore e cosciente funzione psichica, non comincia a svilupparsi che molto lentamente ed a gradi molto tempo dopo la nascita. Nel neonato, come ha mostrato anatomicamente il Flechsig, la corteccia degli emisferi non è ancora altamente organizzata ed atta a funzionare.

Persino quando il bambino ha già incominciato a parlare, gli manca ancora una ragionevole coscienza; questa non si manifesta per la prima volta (dopo il primo anno di vita) che nel momento in cui il bambino non parla di sè alla terza persona, ma come « io ». Colla coscienza dell' « io » resta insieme espressa la contrapposizione fra l'individuo ed il mondo esterno; solo con essa incomincia la vera *vita spirituale.*

Spirito d ll'embrione. — Se noi consideriamo come caratteristico per l'origine dello spirito umano lo svegliarsi della coscienza personale, dell' « idea dell'*io* », ci riesce in pari tempo possibile di fare distinzione, dal punto di vista fisiologico del monismo, fra il concetto di « anima » (*psyche*) e quello di spirito (*pneuma*). *Animata* è già l'ovocellula materna e la spermocellula paterna (cfr. capitolo XI, pag. 221); ha già un'*anima* individuale la cellula-stipite (*cytula*) che è nata, dopo avvenuta la fecondazione, dalla fusione delle due cellule genitrici. Ma il vero *spirito*, la ragione (*ratio*) che pensa e concepisce non si svolge dall'intelligenza animale (o istinto) del bambino se non colla coscienza della sua personalità contrapposta al mondo esterno. Con ciò il bambino raggiunge quel valore superiore di personalità che da tempi antichi il diritto circonda della sua tutela e rende in pari tempo, mediante l'educazione, moralmente responsabile di fronte alla società. Questa considerazione mostra subito quanto errati e fisiologicamente insostenibili siano i vigenti concetti giuridici dei nostri libri legali intorno alla vita psichica ed allo spirito dell'embrione, e del neonato; essi derivano in massima parte dalle dottrine di diritto canonico della chiesa papista.

Spirito canonico. — Hanno speciale interesse psicologico i concetti dualistici svolti nel medio evo dalla chiesa cristiana intorno alla vita psichica dell'embrione umano; essi hanno nello stesso tempo conservato sino ad oggi un grande interesse pratico, perchè gran parte delle loro conseguenze morali costituiscono un importante elemento del così detto *diritto canonico* e come tali sono passati nella nostra moderna legislazione. Quest'influentissimo *Jus canonicum* sorse sotto l'autorità ecclesiastica dalle decisioni dei Concilii cattolici e dalle decretali dei papi romani; come il più dei dogmi e decreti di cui la moderna coltura è debitrice a questa potente gerarchia, esso è un'accozzaglia di antiche tradizioni e di fallaci deduzioni recenti, di dogmi politici e di crasse superstizioni, intesa a tiranneggiare le masse incolte e a dare l'esclusivo dominio alla chiesa, ad una chiesa « cattolica, fuori della quale non è beatitudine », la quale si dice

cristiana e tuttavia è proprio l'opposto del puro cristianesimo antico. Il diritto canonico è così detto dalle dogmatiche proposizioni giuridiche della chiesa (*canones*); ma questi fanno pensare involontariamente ai tubi metallici che, quale *ultima ratio regum*, dicono l'ultima parola fra le nazioni colte così piene di cristiano amore fraterno. Come questi tubi metallici, quali organi della pura forza fisica, han poco da fare colle leggi etiche della ragion pura, così ci han poco da fare i canoni della chiesa che son strumenti di rozza prepotenza spirituale; si potrebbe sul sacro *corpus juris canonici* iscrivere il motto *ultima ratio ecclesiae*. Fu molto istruttiva una raccolta di ulteriori decretali papistiche formanti un'appendice al diritto canonico, le quali vengono ufficialmente chiamate *estravaganti*. Alle *stravaganti* assurdità che i papi han legato alla credente cristianità nel sacro codice morale del diritto canonico appartengono anche le loro determinazioni sulla vita psichica dell'embrione umano. L'« anima immortale (che più tardi viene salvata per mezzo del battesimo dalla podestà del demonio e della colpa) non immigrerebbe nell'inanimato embrione umano che molte settimane dopo la concezione. Poichè le opinioni dei teologi e dei metafisici riguardo al momento di questa « introduzione dell'anima » sono molto discordi e poichè ad essi sono ignote la struttura corporea dell'embrione ed il suo sviluppo, noi non faremo qui che ricordare il fatto che ancora nella sesta settimana del suo sviluppo l'embrione umano non si può affatto distinguere da quello degli antropoidi e di altri mammiferi; nella grossa testa vi son già gli abbozzi delle cinque vescicole cerebrali e dei tre organi superiori di senso: naso, occhi e vescicole uditive; sul tronco vi sono le due paia di arti in forma di quattro semplici alette tondeggianti inarticolate; all'estremità posteriore sporge ancora liberamente l'aguzza codina, la rudimentale eredità trasmessaci dai nostri scimmieschi antenati dalla lunga coda. Sebbene a questo basso grado evolutivo la corteccia cerebrale non sia ancora sviluppata, l'embrione vien tuttavia già considerato come « animato » (cfr. la XIV e XV conferenza della mia « Antropogenia », 5ª ediz., 1903, Tav. 8-14).

Si considera come un grande merito del diritto canonico che esso abbia pel primo largito all'embrione umano una speciale tutela legale, considerando la sua estirpazione (*abortus*) come grave colpa, uguale all'omicidio. Tuttavia, poichè quella mistica teoria dell' « introduzione dell'anima » è scientificamente affatto insostenibile, si dovrebbe logicamente pretendere che la stessa « tutela della legge » fosse accordata anche all'embrione in tutti gli stadii anteriori, anzi persino all'ovocellula. L'ovaia della vergine adulta contiene circa 70,000 ovocellule, ciascuna di esse potrebbe, in favorevoli circostanze, quando

essa, dopo il suo distacco dall'ovaia incontra una spermocellula e con essa si copula, svilupparsi e formare un figlio dell'uomo. Se ora lo Stato dichiara che nello interesse generale sia desiderabile un abbondante accrescimento dei suoi cittadini e che la feconda riproduzione sia per essi un dovere, l'omissione di questo dovere dovrebbe essere punito come un « delitto omissivo ». Lo stesso « Stato colto » punisce bene l'*aborto* quale grave delitto con più anni di prigionia. Il moderno diritto penale, rannodandosi qui al diritto canonico, dimentica il fatto fisiologico, che l'ovocellula è una parte del corpo materno, sulla quale la donna ha pieno diritto e poi che l'embrione che se ne sviluppa è, tanto come il neonato, interamente incosciente, una pura « macchina da riflessi » come un vertebrato inferiore. Il suo « spirito » non vi è ancora, ma non può apparire che più tardi, dopo il primo anno di vita, quando l'organo di esso, il fronema della corteccia cerebrale, si sia differenziato. La spiegazione di questo fatto interessante ci è data dalla legge biogenetica fondamentale, che lo interpreta, considerando l'ontogenesi del cervello come una ripetizione abbreviata o « ricapitolazione » della sua filogenesi, basata sulle leggi dell'eredità.

Filogenesi dello spirito. — Come per tutti gli altri organi del nostro corpo umano, così anche pel cervello, organo dello spirito, ha incondizionato valore la legge biogenetica fondamentale; dai fatti ontogenetici che possiamo direttamente osservare noi concludiamo che una corrispondente evoluzione abbia in origine avuto luogo anche nella serie filogenetica dei nostri progenitori animali nel corso di molti milioni d'anni. Un'importante conferma e completamento di questa conclusione ci dà anzitutto l'*anatomia comparata*. Essa mostra che in tutti gli animali con cranio (*craniota*), dai pesci ed anfibi su fino alle scimmie ed all'uomo, il cervello si inizia nella stessa forma, come un rigonfiamento vescicolare dell'ectodermico tubo midollare. Per via di strozzamenti trasversi questa semplice vescica cerebrale ovale si divide dapprima in tre, poscia in cinque successive ampolle cerebrali (cfr. « Antropogenia », conferenza XXIV, pag. 711, Tav. 24). Solo la prima di queste cinque ampolle cerebrali, il cervello anteriore, diventa più tardi il laboratorio chimico dello « spirito ». Ma nei cranioti inferiori (pesci ed anfibi) anche questo importante cervello anteriore resta ancora molto piccolo e semplice. Un più forte sviluppo non lo subisce che nelle tre classi superiori di vertebrati, negli *amnioti*. Poichè questi cranioti terrestri a respirazione aerea devono compiere nella lotta per l'esistenza molto più difficile cómpiti che non i loro bassi ed acquatici progenitori, ne segue qui

uno svilupparsi di molto più varie e complicate abitudini. Queste abitudini ereditarie per via dell'adattamento funzionale e dell'eredità progressiva si cambiano poco alla volta in istinti; coll'ulteriore svilupparsi della coscienza se ne svolge poi nei mammiferi superiori la ragione. Il graduale sviluppo di questa « vita psichica » va di pari passo con un progressivo perfezionamento del suo organo anatomico, del fronema che risiede nella corteccia degli emisferi. Le recenti e svariate ricerche sull'ontogenesi ed istologia di questo « organo dello spirito » (di Flechsig, Hitzig, Edinger, Ziehen, Oscar Vogt, ecc.) ci aprono un interessante spiraglio sulla misteriosa meraviglia della sua filogenesi.

Paleontologia dello spirito. — Mentre l'anatomia comparata del cervello ci dà una soddisfacente idea della graduale evoluzione storica dello spirito nelle classi superiori dei vertebrati, in pari tempo i resti fossili di questi ci dànno precise nozioni sulle epoche in cui questa filogenesi lentamente e gradatamente si è compiuta. La *consecuzione storica*, secondo la quale le classi dei vertebrati sono successivamente apparse nei grandi periodi della vita organica della terra è direttamente dimostrata dai loro petrefatti, vere « medaglie commemorative della creazione », e ci apre le più preziose vedute sulla genealogia del nostro genere umano e del nostro spirito. I più antichi strati rocciosi che contengono resti fossili di vertebrati formano il potente sistema siluriano, la cui origine, secondo calcoli recenti, risale a molto più di cento milioni d'anni; esso non contiene che pochi pesci fossili. Seguono a questi nel soprastante sistema devoniano dei dipneusti, forme di passaggio dai pesci agli anfibi. Questi ultimi, che sono i più antichi vertebrati tetrapodi e pentadattili, appaiono poi nel carbonifero. Vengono dopo ad essi nel sistema permiano, che più prossimamente gli sussegue, i più antichi amnioti, in forma di rettili primitivi (tocosauri). Ma solo un periodo più tardi, nel trias, appaiono i più antichi mammiferi, piccoli, primitivi monotremi (*panthoteria*), poi nel giurassico i marsupiali (*marsupialia*) e nel cretaceo i primi placentali (*placentalia*). La grande ricchezza di forme svariate, vistose ed altamente organizzate che si sviluppa in quest'ultima sottoclasse di mammiferi non si manifesta che poco alla volta nel corso del susseguente periodo terziario. I molti e ben conservati cranii che i diversi ordini di questi placentali ci hanno tramandato allo stato fossile sono specialmente importanti, perchè essi ci permettono di indurne lo sviluppo quantitativo e qualitativo del cervello nei singoli ordini; così, per esempio, nei moderni carnivori il cervello è 2-4 volte, nei moderni ungulati persino 6-8 volte

maggiore (relativamente alla mole del corpo) che nei loro più antichi progenitori terziari. Risulta pure che il *cervello anteriore* (quale vero organo dello spirito) durante l'epoca terziaria si sviluppò sempre più a spese delle altre parti del cervello. La lunghezza di quest'epoca cenozoica viene ora valutata ad almeno tre milioni d'anni (da altri geologi a 12-14 o più milioni); in ogni caso essa bastava a rendere possibile la graduale evoluzione dello spirito umano dalla bassa ragione dei suoi più prossimi antenati pitecoidi e dagli « istinti » degli antichi placentali.

Spirito e fronema. — Col nome fisiologico di fronema, vero organo dello spirito o della ragione, noi abbiamo designato quella parte del nostro *cervello anteriore*, dalla cui natura anatomica dipende l'attività mentale dell'uomo. Le mirabili ricerche degli ultimi decennii sulla minuta struttura della grigia corteccia degli emisferi (sostanza corticale del cerebro) ci hanno dimostrato che tale struttura (vera meraviglia anatomica!) è il più perfetto prodotto morfologico del plasma; del pari la sua funzione fisiologica, «lo spirito!» si può tenere per il più perfetto funzionamento di una « dinamo »; sono i più sublimi prodotti della natura che a noi siano noti. Milioni di « cellule dell'anima » o neuroni, tutte con intricatissima struttura fibrillare ed estremamente complessa struttura molecolare, sono collegate in determinati territorii della corteccia cerebrale a formare speciali *organi pensanti* (fronete) e questi alla loro volta sono riuniti a formare ancora un grande sistema unitario di meraviglioso adattamento e funzionalità. Ogni singola 'cellula frontale è un piccolo laboratorio chimico che contribuisce per la sua parte all'unificata *funzione centrale dello spirito*, alla funzione cosciente della ragione. Sull'estensione in ispazio del fronema nella corteccia cerebrale e la sua delimitazione verso i vicini centri di senso (sensorii) le vedute dei singoli ricercatori sono ancora divergenti; tutti sono però d'accordo su ciò che un simile *organo centrale* dello spirito esiste e che la normalità della sua struttura anatomica e chimica è la prima condizione della « vita psichica » dell'uomo. Questa condizione, fondamento della nostra psicologia monistica, è confermata dallo studio della psichiatria.

Malattie dello spirito. — Lo studio dell'organismo malato ha spesso brillantemente contribuito alla conoscenza del sano; l'antico adagio *Pathologia physiologiam illustrat* è ben fondato. Infatti le malattie sono spesso esperimenti fisiologici instituiti dalla stessa natura, e ciò sotto speciali condizioni che la fisiologia sperimentale spesso non è in grado di produrre artificialmente. Il medico e patologo

pensante può dunque dalla critica osservazione dell'organo malato acquistare spesso importantissime cognizioni sulla sua funzione. Ciò vale specialmente per le malattie mentali che hanno sempre la loro prossima ragione in una alterazione morfologica o chimica di certe parti del cervello. La progredita cognizione della *localizzazione delle funzioni psichiche*, del loro collegamento con singole fronete od organi del pensiero è in gran parte fondata sulla constatazione che la distruzione di queste ha per conseguenza la perdita delle prime. La *psichiatria* moderna, quale scienza empirica delle malattie mentali, è così diventata una importante pietra fondamentale della nostra psicologia monistica. Se Emanuele Kant l'avesse studiata od avesse per qualche semestre frequentato una clinica psichiatrica, egli non sarebbe caduto negli errori della sua psicologia dualistica. Lo stesso dicasi dei moderni psicologi « metafisici » che costruiscono un mistico sistema sull'essenza dell' « anima immortale » senza conoscere l'anatomia, fisiologia e patologia del cervello.

Forze psichiche (energia fronetica). — L'anatomia comparata, la fisiologia e patologia del cervello d'accordo coi risultati dell'ontogenesi e della filogenesi ci hanno condotto alla sicura convinzione monistica che lo *spirito* umano è una funzione del suo *fronema* e che i neuroni di quest'ultimo, le cellule fronetali, sono i veri organi elementari di ogni vita psichica. Perciò anche tutte le manifestazioni di quest'ultima sono da ricondursi a trasformazioni di energia che avvengono entro le prime. La moderna energetica ha perciò interamente ragione quando essa studia anche l'*energia psichica* (in tutte le sue forme) dallo stesso punto di vista che le altre forme di « energia nervosa » e come tutti i fenomeni energetici della catena organica ed anorganica. La psicofisica di Fechner aveva già mostrato che una parte di quest'energia nervosa si può misurare e ricondurre persino matematicamente alle leggi meccaniche della fisica (« Problemi dell'universo », cap. VI). Recentemente l'Ostwald nella sua « Filosofia naturale » (cap. XVIII-XXI) ha espressamente rilevato, e con ragione, che *tutte* le manifestazioni della vita psichica, non solo il senso e la volontà, ma anche il pensiero e la coscienza, si devono ricondurre ad energia nervosa. Le cosidette « forze psichiche » possono dunque essere distinte come *energia fronetica* dalle altre manifestazioni della energia nervosa. Le considerazioni monistiche di Ostwald sui fenomeni di energia della vita psichica (XVIII), della coscienza (XIX) e della volontà (XX capitolo) sono molto degne d'attenzione e confermano i relativi concetti da me esposti nella seconda parte dei « Problemi dell'universo » (capitoli I, X, XI). Solamente l'Ostwald ha

suscitato molti malintesi col volere ostinatamente sostituire al puro concetto di sostanza (come l'aveva stabilito Spinoza) il suo concetto di energia negando in pari tempo la materia, cioè l'altro attributo della sostanza. La sua pretesa « confutazione del materialismo » è una vera lotta contro dei mulini a vento; la sua « energetica » (il logico dinamismo di Leibniz ed altri) è tanto unilaterale come il logico materialismo di Democrito, Holbach, ecc., che sostiene l'opposto di quello. Quest'ultimo fa precedere la materia alla forza, il primo considera inversamente la materia come un prodotto della forza. Il nostro *logico monismo* evita l'unilateralità di entrambi questi concetti e, quale ilozoismo, non può separare l'uno dall'altro i due attributi della sostanza, la materia che occupa lo spazio e l'energia operante. Ciò vale, come per tutti gli altri processi naturali, anche per la vita psichica; le nostre « forze psichiche » sono quale « energia fronetica » altrettanto assolutamente legate al neuroplasma, al plasma vivente dei neuroni della corteccia cerebrale, come l'energia meccanica dei nostri muscoli al contrattile mioplasma, alla sostanza viva della nostra carne.

Vita psichica cosciente ed incosciente. — Nell'esteso studio monistico sulla *coscienza* che è contenuto nel capitolo X dei « Problemi dell'universo » io ho cercato di mostrare che questa misteriosissima funzione psichica, *mistero centrale della psicologia*, non è un trascendente « enigma biologico », ma è un fenomeno naturale soggetto alla legge della sostanza tanto come qualsivoglia altra funzione psichica. La coscienza del bambino non si sviluppa se non molto dopo il primo anno di vita e progredisce tanto gradualmente come le altre funzioni psichiche; essa è legata come questa alla normale natura anatomica e chimica del suo organo che sono le fronete della corteccia cerebrale. Come la coscienza si svolge primitivamente dall'incosciente attività psichica (come un'« introspezione » del fronema, simile ad un rispecchiamento), così un processo incosciente che si compia nella corteccia cerebrale può in ogni tempo divenire cosciente quando ad esso venga diretta l'attenzione. Inversamente le azioni coscienti, le quali dapprima sono state apprese spendendovi molta attenzione (p. es. il suonare al pianoforte), possono colla frequente ripetizione, coll'esercizio e coll'abitudine cadere nel dominio dell'incosciente. Che in tutti questi atti mentali avvenga sempre nelle cellule fronetali una trasformazione di *energia chimica* lo si vede dalla stanchezza e dall'esaurimento che cagiona al cervello l'eccessivo lavorìo mentale, come fa l'eccessivo lavoro meccanico pei muscoli: è necessario nuovo afflusso materiale per mezzo della nutrizione

perchè si possa continuare il lavoro. È poi universalmente nota la potente influenza che le varie bevande esercitano sulla coscienza (caffè e the, vino e birra); come pure la sua temporanea scomparsa nella narcosi per cloroformio od etere. Anche i noti fenomeni dei sogni, le alterazioni della coscienza normale, allucinazioni, vaneggiamenti, ecc., se li esaminiamo senza preconcetti, ci dimostrano che queste funzioni dello spirito non sono di natura metafisica, ma che si compiono, quali processi fisici, nel neuroplasma del cervello, interamente dipendenti dalla legge della sostanza.

Teoria dualistica della vita psichica. — Sta in fondamentale contrasto con questa naturale concezione monistica dello spirito umano, la quale, secondo la mia convinzione, è dalle conoscenze naturali del secolo XIX definitivamente stabilita, l'antica concezione dualistica che ancor oggidì domina largamente nel volgo come nei dotti, soprattutto però fra metafisici e teologi. Secondo questa lo spirito dell'uomo è *un essere immateriale* indipendente, che solo temporaneamente abita il corpo dell'individuo umano e che alla morte lo abbandona in qualità di « anima immortale ». Già nel capitolo XI dei « Problemi dell'universo » ho esposto le ragioni che confutano questa così diffusa superstizione ed ho espresso la mia convinzione in questa proposizione finale: « la credenza nell'immortalità dell'anima umana è un dogma che sta in assoluta contraddizione coi più sicuri dati sperimentali delle moderne scienze naturali ». Rimandando ora il lettore a quello studio sopra « l'atanismo ed il tanatismo » vorrei solo ancora una volta insistere sulla straordinaria influenza che ha raggiunto appunto in questo campo la potente autorità di Kant per mezzo del suo idealismo trascendente. Il suo concetto dualistico della doppia natura dell'uomo, considerato come un organismo animale mortale che solo temporaneamente è legato ad uno spirito immortale, contraddice interamente al monistico concetto dell'unità dell'essere umano al quale ci conduce la moderna biologia, soprattutto la fisiologia e la filogenia.

La natura dogmatica della metafisica di Kant, di cui tanto si vanta la critica, si manifesta in questo dualismo psicologico nel modo più evidente. Quel concetto straordinariamente alto della ragione umana che il Kant si era formato con molti anni di studio introspettivo della propria elevatissima mente, egli lo applicò erroneamente allo spirito umano in generale; egli non pensò che quella ragione manca ancora interamente ai selvaggi o che in essi non si eleva notevolmente sopra quel grado che già ha raggiunto l'intelligenza dei cani, cavalli, elefanti ed altri animali domestici.

Vita psichica dei mammiferi. — L'ipotesi della teoria della discendenza, secondo la quale il genere umano si è svolto per trasformazione da una lunga serie di mammiferi, è salita, per opera della nostra moderna antropogenia (1874), al grado di *fatto storico*. Tutti i singoli organi del nostro corpo rassomigliano nella loro struttura e composizione a quelli dei nostri più prossimi parenti, gli antropoidi; essi non si distinguono da questi se non per insignificanti differenze di grandezza e di forma, le quali sono determinate da differenze di accrescimento che sono divenute ereditarie. Ma cogli organi si sono pure ereditariamente trasmesse all'uomo dai primati suoi progenitori le loro funzioni. Ciò vale anche per lo *spirito*, il quale non è altro che la funzione complessiva del *fronema*, l'organo centrale del pensiero che ha sede nella corteccia cerebrale. Di fatto una spregiudicata comparazione della vita psichica delle scimmie antropoidi con quella dei selvaggi ci insegna che le differenze della loro vita psichica sono così insignificanti come quelle della loro struttura cerebrale. Se dunque si ammette la teoria dualistica dell'anima di Platone e di Kant, come pure della maggior parte dei moderni psicologi, allora si deve attribuire un'« anima immortale » agli antropoidi ed ai mammiferi superiori in generale come la si attribuisce ai selvaggi ed agli uomini colti (cfr. capitolo XI dei «Problemi dell'Universo»).

Vita psichica dei selvaggi. — Lo studio critico ed intensivo della vita psichica dei selvaggi, collegato coi progressi dell'antropogenia e dell'etnografia, ha deciso nel corso degli ultimi quarant'anni una questione per la quale si combattevano due teorie circa l'origine della coltura umana. L'antica *teoria della degenerazione*, fondata su quella di una creazione, che è voluta dalle religioni, e perciò sostenuta sopratutto da teologi e teosofi, affermava che l'uomo (quale « imagine di Dio ») fosse stato primitivamente creato corporalmente e spiritualmente perfetto e che solo in seguito, essendo caduto nel peccato, si sia degradato; che dunque i moderni selvaggi siano discendenti « degenerati » di uomini primitivi divini. (Nelle regioni tropicali che ospitano gli antropoidi tuttora viventi questi vengono allo stesso modo considerati dai selvaggi e dai barbari come rami degenerati della loro propria stirpe). Sebbene questa teoria della degenerazione, per essere fondata sulle dominanti credenze bibliche, sia ancor oggi insegnata nel più delle scuole e sia ancor sostenuta da alcuni filosofi mistici, tuttavia al fine del secolo XIX essa aveva già perduto ogni valore scientifico. Essa è ora sostituita dalla moderna *teoria dell'evoluzione*, che già cent'anni fa era sostenuta da Lamarck, Goethe ed Herder, ma che solo dopo Darwin e Lubbock riuscì ad avere il sopravvento nella moderna etnologia. Seguendo questa noi ora teniamo per certo che la coltura umana è il risultato di un lungo processo evolutivo gradatamente ascendente per millennii; i moderni popoli côlti si sono svolti col perfezionamento da popoli civili più rozzi, come questi da popoli barbari anche più bassi; alla loro volta questi ultimi si sono svolti da popoli selvaggi ancora interamente estranei a qualsiasi coltura.

Vita psichica dei barbari. — Noi intendiamo per barbari, nel senso dato a questa designazione dalla moderna etnologia, quel grado intermedio dell'evoluzione della coltura che sta fra i popoli selvaggi e gli inciviliti. Ritorneremo più tardi (nel capitolo XVII) sulla classificazione e caratteristica di essi (cfr. sopra, pag. 57). I barbari portano più avanti i tentativi di arte che già si riscontrano presso molti selvaggi e presso alcuni vertebrati superiori; qui inoltre dalla curiosità animalesca incomincia a svilupparsi un'umana brama di sapere, si pongono le questioni sull'origine dei fenomeni, si svolge nella ragione quel bisogno di causalità che è il germe della scienza.

Vita psichica dei popoli civili. — I popoli civilizzati, che tengono il mezzo fra i barbari ed i veri popoli cólti, si elevano ad un grado superiore per mezzo della formazione di maggiori Stati e per più spinta divisione di lavoro. La specializzazione dei diversi gruppi di lavoratori ed il più facile mantenimento della vita favorisce un ulteriore sviluppo delle arti e della scienza. Si colloca qui, fra le odierne razze umane, anzitutto la gran massa dei Mongoli, fra le antiche e le medioevali la massima parte degli abitanti dell'Europa e dell'Asia. I grandi Stati civili dell'antichità nella China, nell'India meridionale, Asia Minore, Egitto, e più tardi in Grecia ed Italia, mostrano non solo un alto sviluppo delle arti e della scienza ma anche la cura della legislazione, del culto religioso, dell'educazione e della diffusione dell'istruzione per mezzo di libri scritti.

Vita psichica dei popoli cólti. — La coltura in senso stretto, caratterizzata dal fiorire delle arti e delle scienze, e dalla loro molteplice applicazione alla vita pratica, alla legislazione, educazione scolastica, ecc., era stata nell'antichità molto promossa da alcuni popoli, in Asia dai Cinesi, Indiani meridionali, Babilonesi ed Egizii, in Europa dai Greci e Romani dell'età classica. Ma i frutti di essa furono dapprima limitati ad angusti territorii, e durante il medioevo andarono per la massima parte perduti. La moderna coltura non rifiorì che alla fine del secolo xv, quando l'invenzione della stampa rese possibile la diffusione dell'istruzione in ampia cerchia di popolo, quando la scoperta dell'America e la circumnavigazione del globo allargò potentemente l'orizzonte ed il sistema cosmico di Copernico distrusse l'errore geocentrico. Solo allora cominciò quel molteplice sviluppo della coltura che nel secolo xix, per opera del meraviglioso incremento delle scienze naturali portò la vita psichica ad un'altezza insperata; solo allora la libera *ragione* potè respingere le dominanti superstizioni del medioevo.

Monismo e dualismo dello spirito.

I — Teoria monistica dello spirito umano.	**II. — Teoria dualistica dello spirito umano.**
1. Lo spirito umano è un *fenomeno naturale*, un processo fisico determinato chimicamente dal ricambio, non un miracolo sopranaturale.	1. Lo spirito umano è un *essere* sopranaturale *trascendente*, un miracolo metafisico, non un processo fisico-chimico.
2. Lo spirito umano è dunque soggetto all'onnipotente *legge della sostanza* come tutti gli altri fenomeni naturali.	2. Lo spirito umano è *libero*, indipendente dalla legge della sostanza, eterno ed immortale, non soggetto al ricambio di materia e di forza.
3. Il substrato materiale della sostanza psichica, senza il quale non è possibile alcuna manifestazione di energia, è il *plasma dei neuroni* o cellule dell'anima.	3. L'essenza dello spirito è una *sostanza psichica immateriale* la cui libera manifestazione di energia dal plasma dei neuroni è solo trasmessa.
4. Quell'organo del corpo umano che solo produce l' attività psichica è una parte della corteccia cerebrale (della sostanza grigia del mantello cerebrale) ed è, quale organo del pensiero (fronema), separato dai finitimi centri di senso (sensorii).	4. Lo spirito si manifesta per mezzo dell'organo del pensiero (fronema) solo come *fenomeno;* la sua vera essenza, come « cosa in sè » non è riconoscibile nè concepibile; esso è un'immagine od emanazione dello spirito *divino*.
5. Il *fronema* è una perfettissima *dinamo* le cui singole parti, le fronete, sono composte di milioni di cellule psichiche (cellule fronetali). Come in ogni altro organo del corpo, anche in questo organo della psiche la funzione (lo spirito) è il risultato complessivo delle funzioni delle cellule che lo costituiscono.	5. Il fronema, come *organo* della ragione, non ha attività *autonoma*, ma solo coi suoi singoli organi parziali (fronete) e le cellule che le costituiscono vale a mettere lo spirito immateriale in rapporto col mondo esterno. La ragione umana è assolutamente diversa dall'intelligenza degli animali superiori e dall'istinto degli inferiori.
6. La vita psichica dei popoli côlti, i cui più alti prodotti sono le arti e le scienze, si è storicamente sviluppata dalla vita psichica inferiore dei popoli allo stato di natura (barbari, prima selvaggi), come quest'ultima si è svolta per *evoluzione ascendente* da quella dei mammiferi superiori e quèsta dall' attività psichica dei vertebrati inferiori.	6. La bassa attività psichica dei popoli allo stato di natura (selvaggi e barbari) è nata per *decadimento* (caduta) dall'attività psichica superiore dell'uomo primitivamente perfetto; la bassa ragione dei selvaggi è immortale e separata per mezzo di un abisso dall'intelligenza simile ma mortale dei mammiferi.

QUINDICESIMO CAPITOLO

ORIGINE DELLA VITA

Mito della creazione (creatismo). — Ipotesi eternali. Generazione primordiale (archigonia).

« L'origine dell'organico dalla materia inorganica non è anzitutto una questione di esperienze, ma un *fatto* che è una conseguenza delle leggi della conservazione della forza e della materia. Se in tutto il mondo materiale tutto sta in connessione causale, se tutti i fenomeni procedono in via naturale, allora anche gli organismi, i quali sono costituiti dalle stesse sostanze, alle quali in ultimo essi si ridurranno, che costituiscono la natura inorganica, devono nei loro primordii sorgere da combinazioni inorganiche ».

CARLO NAEGELI (1884).

SOMMARIO DEL CAPITOLO QUINDICESIMO

Le meraviglie dell'origine della vita. — Creazione delle specie: Mosè ed Agassiz. — Formazione delle cellule primitive: Wigand e Reinke. — Agnosticismo, Rassegnazione. — Ipotesi eternali (dualistiche: Helmholtz, monistiche: Preyer). — Ipotesi dell'archegonia (Ipotesi dell'autogonia: Haeckel, Naegeli. Ipotesi del cianogeno: Pflüger, Verworn). — Generazione spontanea. — Saprobiosi o necrobiosi. — Esperimenti sulla generazione spontanea. — Pasteur. — Stadii dell'archegonia. — Osservazione dell'archegonia. — Sintesi del plasma. — Valore dei vani tentativi di fabbricare artificialmente il plasma. — Logica della moderna biologia sperimentale.

BIBLIOGRAFIA

Ernst Haeckel, 1866. *Allgemeine Untersuchungen über die Natur und erste Entstehung der Organismen* (Ricerche generali sulla natura e prima origine degli organismi): *Generelle Morphologie* (Morfologia generale), I, p. 109-190.

Eduard Pflüger, 1875. *Ueber die physiologische Verbrennung in den lebendigen Organismen* (Sulla combustione fisiologica negli organismi viventi). *Pflüger's Archiv*, vol. 10. Bonn.

Carl Naegeli, 1884. *Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre* (Teoria meccanico-fisiologica della discendenza).

Max Verworn, 1894. *Die Herkunft des Lebens auf der Erde. Allgemeine Physiologie* (L'origine della vita sulla terra; Fisiologia generale), IV ediz., 1893, pag. 319-343. Jena.

Max Kassowitz, 1899. *Der Ursprung des Lebens* (L'origine della vita), 2° volume dell'*Allgem. Biologie* (Biologia generale). Vienna.

Ludwig Zehnder, 1899. *Die Entstehung des Lebens* (L' origine della vita). Freiburg i. Br.

Hermann Helmholtz, 1884. *Ueber die Entstehung des Planeten-Systems* (Sull'origine del sistema planetario), in *Gesammelte Vorträge und Reden* (Conferenze e discorsi riuniti), vol. II. Braunschweig.

Hermann Heberhard Richter, 1865. *Zur Darwin'schen Lehre* (Per la teoria di Darwin), in *Schmidt's Jahrbücher für die gesammte Medizin* (Archivi di Schmidt per l'intera medicina). *Ibidem*, 1871. Berlino.

Wilhelm Preyer, 1880. *Die Hypothesen über den Ursprung des Lebens* (Le ipotesi sull'origine della vita). *Naturwissenschaftliche Thatsachen und Problemen* (Fatti e problemi di scienze naturali). Berlino.

Otto Bütschli, 1901. *Mechanismus und Vitalismus* (Meccanismo e vitalismo). Lipsia.

August Weismann, 1902. *Urzeugung und Entwickelung* (Generazione spontanea ed evoluzione). *Vorträge über Descendenz-Theorie* (Conferenze sulla teoria della discendenza), 36. Jena.

Albert Lange, 1875. *Geschichte des Materialismus* (Storia del materialismo), 7ª ediz., 1902. Lipsia.

Heinrich Schmidt (Jena), 1903. *Die Urzeugung und Professor Reinke* (La generazione spontanea ed il professor Reinke), 8° fascicolo dei *Gemeinverst. Vortr. und Abhandlungen* (Conferenze e scritti popolari). Odenkirchen.

La questione dell'origine della vita è da una parte una delle più importanti ed interessanti, e dall'altra uno dei più difficili fra i problemi che abbiano tormentato, da migliaia d'anni, gli spiriti pensanti ed elevati. Son poche le questioni (p. es., il libero arbitrio, l'immortalità individuale) su cui siano state emesse idee così diverse ed assurde, e poche ancora quelle che sinora siano rimaste così dubbie. Son anche pochi i problemi riguardo ai quali le opinioni di uomini pure eminenti nelle scienze, siano così disparate e su cui si siano emesse ipotesi tanto fantastiche. Ciò dipende in parte dalle straordinarie difficoltà che si oppongono ad una soluzione strettamente scientifica del problema, ma anche in parte dalla confusione dei concetti che qui è grandissima, dalla mancanza di vedute limpide e ragionevoli e dalla potente autorità delle dominanti credenze sulla creazione e di altri venerabili dogmi.

Le meraviglie dell'origine della vita (*Creatismo*). — Il modo più semplice e più rapido di sciogliere il nodo gordiano di questo problema è certo quello di tagliarlo colla spada della « cieca fede », ammettendo una *creazione* sopranaturale. « Credo che Dio mi ha creato insieme a tutte le creature, che mi ha dato e mi conserva ancora corpo ed anima, occhi, orecchi e tutte le membra, la ragione e tutti i sensi »: così suona il primo articolo di fede nel catechismo di Martin Lutero che i nostri bambini imparano a memoria nei primi anni come fondamento di ogni vero concetto cosmico. Esso si fonda sulla storia della creazione di Mosè come essa sta scritta nel primo capitolo della Genesi. Avendo già, nel capitolo II della mia « Storia della creazione naturale », dichiarato estesamente quale sia il valore di esso, io posso qui riferirmi a quel capitolo. Indubbiamente questo mito della creazione ha ancor oggi una grandissima importanza pratica; infatti la gran maggioranza dei teologi si tien salda ad esso pel fatto stesso che esso è esposto nella Bibbia, la « parola di Dio », e

perciò è « infallibilmente vero ». La scuola è però obbligata, dal più dei governi che raccomandano del pari la cieca « fede » come la prima e più importante base della coltura, ad accettare ed insegnare quel mito mosaico. Per contro non si trova più che raramente nelle cerchie scientifiche qualche naturalista che lo sostenga. Il più importante tentativo di questo genere venne fatto nel 1858 dal geniale Luigi Agassiz nel suo notevole *Essay on classification*, un libro che apparve quasi contemporaneamente alla memorabile opera di Carlo Darwin sull'origine delle specie, e che trattò tutti i problemi biologici generali da un punto di vista affatto opposto e mistico. Secondo Agassiz ogni singola specie di animale o di pianta è un « pensiero creativo incarnato di Dio » e quest'acutissimo « ingegnere meccanico » ha costrutto ogni singola specie in un modo così perfetto (sebbene non privo di difetti) che nelle nostre moderne esposizioni internazionali avrebbe ottenuto la prima medaglia d'oro.

In contrapposto a questa poesia biblica di una creazione soprannaturale delle singole specie, più tardi due distinti botanici, Wigand di Marburgo e Reinke di Kiel, hanno notevolmente limitata l'attività architettonica del celeste creatore, ammettendo che egli non avesse creato che le « cellule primitive » dando ad esse la facoltà di svilupparsi ad organismi superiori. Wigand ammise, per l'origine di ogni singola specie, una particolare « cellula primitiva » ed una lunga filogenesi di essa; Reinke ammise, invece, uno stipite composto di molte specie. Queste moderne « finzioni poetiche sulla creazione » non potrebbero avere più valore scientifico di quella di Agassiz; esse sono in egual modo basate su mera « fede nel miracolo » (cfr. capitoli I-III).

Agnosticismo (*Rassegnazione riguardo al problema della origine della vita*). — Differisce dall'irragionevole punto di vista positivo dei credenti nei miracoli, l'opinione scettica di quei naturalisti che tengono la questione dell'origine della vita per insolubile o trascendente; fra questi agnostici vengono citati Darwin e Virchow; essi considerano l'origine dei primi organismi come una questione di cui nulla sappiamo e possiamo sapere. Così Darwin nella sua opera capitale (1859) dichiara che egli « non ha nulla da vedere coll'origine delle forze psichiche fondamentali, nè con quella della vita stessa ». Con ciò resta espressa una completa *rinuncia* alla soluzione di un problema scientifico il quale, dalla nostra ragione investigatrice, deve essere così decisamente riconosciuto come qualsiasi altro problema dell'evoluzione. Infatti, l'origine della vita sul nostro pianeta costituisce un momento della sua *storia*. Frattanto non si può obiettare

gran che se un naturalista non ne vuol saper altro. Del resto tale agnosticismo è ancor oggi diviso da molti e segnalati naturalisti; essi son bensì più o meno d'avviso che anche l'origine della vita è un « processo naturale », ma credono che noi non abbiamo modo di conoscerlo.

La « meraviglia cosmica dell'origine della vita ». Diverso dai due precedenti punti di vista è in terzo luogo quello che considera il problema dell'origine della vita come un difficile ma non insolubile còmpito della scienza; ciò ammette, p. es., Dubois-Reymond nel citare « la prima origine della vita come un terzo enigma cosmico ». Certo condividono ora quest'opinione il più dei naturalisti pensanti, sebbene le opinioni sulla via e sui mezzi che possono condurre alla sua soluzione siano molto disparate. Ci si affacciano qui anzitutto due vedute essenzialmente differenti che si possono distinguere coi nomi di ipotesi eternale e di ipotesi dell'archigonia. Secondo la prima, la vita organica è eterna; secondo l'altra, essa è sôrta in un momento determinato. La prima, l'ipotesi eternale, ha condotto a due opinioni molto differenti, l'una delle quali riposa su base dualistica, l'altra su base monistica. Fautore principale della prima è Helmholtz, della seconda Preyer.

Ipotesi dualistiche eternali (*ammettenti l'eternità della cellula*). — Ermanno Everardo Richter (*) emise sin dal 1865 l'ipotesi che l'infinito spazio sia dappertutto riempito di germi di esseri organici tanto come da corpi celesti anorganici; questi ultimi, come i primi, sarebbero in via di eterna evoluzione, in un costante « divenire e svanire ». Quando i germi capaci di vita, che sono sparsi dovunque, giungono su un corpo celeste maturo, divenuto abitabile, il cui calore e umidità offra ad essi le condizioni necessarie al loro sviluppo, essi incominciano a germogliare e possono produrre un vasto mondo di organismi. Richter si rappresenta i germi che dovrebbero andar vagando dappertutto nello spazio cosmico come cellule viventi e stabilisce la proposizione: *Omne vivum ab aeternitate e cellula*. In simile senso ammette anche il botanico Antonio Kerner (**) l'eternità della vita organica e la sua completa indipendenza dal mondo anorganico; le difficoltà che si oppongono a quest'ipotesi, nella forma indeterminata datale da Kerner, sono così grandi e ovvie che essa non trovò ulteriore diffusione.

Si acquistò, invece, un grande favore l' « ipotesi dei cosmozoi » quando più tardi (indipendentemente da Richter) due dei più segna-

(*) Hermann-Eberhard Richter, 1865. *Zur Darwin'schen Lehre.*
(**) Anton Kerner. *Das Pflanzenleben der Erde*, vol. II, pag. 584.

lati fisici, Ermanno Helmholtz e Guglielmo Thomson, cercarono di metterla in vigore. Helmholtz (1884) (*) pose giustamente l'alternativa « o la vita organica ha cominciato a esistere a un dato momento o essa sussiste dall'eternità »; egli si decise per quest'ultima ipotesi perchè non si è riusciti a generare sperimentalmente organismi viventi. Egli pensa che le meteore aggirantisi nello spazio cosmico possano tener racchiusi dei germi di organismi che arrivati in favorevoli condizioni sulla terra o su altri pianeti vi germogliano e si sviluppano. Quest'ipotesi dei cosmozoi di Helmholtz non è accettabile perchè le condizioni *fisiche* dello spazio celeste (le estreme temperature, l'assoluta secchezza, la mancanza d'aria atmosferica, ecc.) rendono impossibile una durevole esistenza del plasma in forma di germi organici vitali sulle meteoriti. Per ragioni *logiche* quest'ipotesi è priva di valore perchè essa non risolve la questione dell'origine della vita organica ma solo la allontana. Conseguentemente svolta, essa mena al puro dualismo cosmologico.

Ipotesi monistiche eternali. — Un'altra teoria, essenzialmente diversa, dell' « eternità della vita » fu svolta da Teodoro Fechner (1873) e Guglielmo Preyer (1880). Entrambi questi filosofi della natura estendono il concetto di vita a tutto il cosmo e cancellano i limiti che ordinariamente vengono segnati tra la natura organica e l'anorgica. In questo senso essi sono monistici. Fechner va tanto in là da attribuire la coscienza all'intero universo come a ciascun singolo corpo celeste, considerando i singoli organismi animati solo come parti di questo grande organismo universale. La sua filosofia naturale è dunque panpsichistica ma nello stesso tempo panteistica, poichè egli misticamente collega il concetto conscio di Dio con quello dell'universo animato. Preyer (**) concorda con lui nell'estendere puramente il concetto di vita all'intero universo e nel considerare questo come un organismo. Egli dà a questo concetto quell'estensione simbolica di cui noi abbiamo detto a pag. 38 e che teniamo assolutamente per non pratica. La massa igneo-fluida della giovine terra è l'organismo gigante il cui moto roteante (energia di gravitazione) vien detto da Preyer « vita »; quando essa si raffreddò, i metalli pesanti si separarono come masse anorgiche morte; dai rimanenti resti si formarono combinazioni semplici del carbonio, poi combinazioni più complesse e in ultimo albumina e plasma. Quest'allarga-

(*) Hermann Helmholtz, 1884. *Ueber die Entstehung des Planeten-Systems. Vorträge und Reden*, vol. II.

(**) Wilhelm Preyer, *Die Hypothesen über den Ursprung des Lebens.* 1880.

mento del concetto di organismo non ha trovato alcun favore nella biologia, ed a ragione; poichè esso semina confusione e rende più difficile quella delimitazione della biologia dall'abiotica che pratici motivi rendono necessaria e che di fatto è giustificata.

Ipotesi archigoniche. — Poichè, secondo il nostro modo di vedere, le ipotesi eternali sono tanto prive di valore come le ipotesi di una creazione, così non rimane a risolvere il gran problema della origine della vita che il terzo gruppo di proposizioni di fede scientifiche che io ho compreso sotto il nome di ipotesi archigoniche. Esse partono da questi pensieri fondamentali: 1° La vita organica è dappertutto legata al plasma (o protoplasma), cioè ad una sostanza chimica in stato d'aggregazione semifluido che contiene sempre, come costituente essenziale, dell'albumina; 2° I fenomeni di movimento caratteristici di questa « sostanza vivente » i quali vengono riuniti sotto il concetto di « vita organica » sono processi fisici e chimici i quali non possono prodursi che entro certi limiti di temperatura (fra il punto di congelazione e il punto di ebullizione dell'acqua); 3° Oltre questi limiti il plasma vitale può bensì in certe circostanze conservarsi per un certo tempo in istato latente (morte apparente, vita potenziale), ma questo stato latente ha una determinata (per lo più breve) durata; 4° Poichè la terra, come tutti gli altri pianeti, si trovò per lunghe epoche in stato igneo-fluido ad una temperatura di più migliaia di gradi, durante quel tempo non poterono esistere su di essa degli organismi viventi (corpi albuminoidi semifluidi); tantomeno poterono esistervi « sin dall'eternità »; 5° Solo dopochè la scorza terrestre alla superficie si fu raffreddata, discendendo fin sotto il punto d'ebullizione, potè formarsi dell'acqua liquida, prima condizione necessaria per il prodursi della vita organica; 6° I processi chimici che si compirono dapprima in questo stadio dell'evoluzione terrestre saran stati catalisi che condussero alla formazione di composti albuminoidi e, infine, di plasma; 7° I più antichi organismi primordiali formatisi in tal guisa non poterono essere che monere plasmodome, amorfi « organismi senza organi »; le prime forme in cui si individualizzò la sostanza vivente sono state probabilmente omogenee sfere plasmatiche, simili a certe cromacee dell'età presente (*Chroococcus*); 8° Solo secondariamente da queste primitive monere son sôrte le prime cellule, per differenziamento di un centrale carioplasma (nucleo cellulare) e di un periferico citoplasma (corpo della cellula).

Quest'ipotesi monistica dell'archigonia, *autogonia* od autogenerazione in senso strettamente scientifico, la ho formolata decisamente per la prima volta nel 1866 nel secondo libro della mia « Morfologia

generale » (pag. 103-130), cercando di darle ampia base. Il saldo fondamento di essa lo diedero anzitutto le *monere* da me descritte, quei semplicissimi « organismi senza organi » che fin allora erano stati affatto inosservati o lasciati da parte. È di fondamentale importanza per una scientifica risposta alla questione dell'origine della vita che si parta da questi amorfi granuli di sostanza vivente e non, come per lo più anche ora avviene, dalle cellule; questi « organismi elementari » organizzati e nucleati non possono essere stati i più antichi esseri viventi archigonici, essi non si sono prodotti che secondariamente da anucleate monere. Perciò nella mia « Monografia delle monere » (1870) ho dato speciale attenzione a questi organismi primitivi, e più tardi (nel primo volume della mia « Filogenia sistematica », pag. 35) ho cercato di formolare più nettamente le mie considerazioni. Riguardo al problema chimico della prima formazione del plasma e della sua preparazione anorganica Edoardo Pflüger instituì più tardi ricerche molto preziose riconoscendo nel radicale cianogeno il più importante costituente del plasma vivente. Io distinguo, dunque, come due diversi gradi di questa teoria, la mia più antica ipotesi dell'autogonia e la posteriore ipotesi del cianogeno.

Ipotesi dell'autogonia (*od ipotesi delle monere*). — Quella teoria della generazione primordiale in senso archigonico che fu da me primieramente esposta nel 1866 e poi ulteriormente svolta in diversi scritti, si rannoda immediatamente ai *fatti biochimici* che la moderna fisiologia vegetale ha messo in piena luce. Il più importante di tali fatti è questo, che ciascuna cellula vegetale verde vivente ha il potere sintetico della *plasmodomia* o « assimilazione del carbonio »; cioè essa è in grado, per mezzo di chimica sintesi e riduzione, di costruire, da semplici combinazioni anorganiche (acqua, acido carbonico, acido nitrico e ammoniaca), quelle complicate combinazioni albuminoidi che noi chiamiamo plasma o protoplasma e che noi consideriamo come la « sostanza vivente », attiva, come la vera base materiale di ogni attività vitale (cfr. capitolo VI). Tutti i botanici sono ora d'accordo su ciò che questo importantissimo processo della vita vegetale, il *processo primitivo* fondamentale di ogni vita organica e di ogni organizzazione, è da considerarsi come un processo puramente *chimico* (o, in più vasto senso, fisico) e che in esso una specifica « forza vitale » o un mistico suscitatore (il noto finalistico « ingegnere meccanico della vita ») ha tanto poco che vedere come qualsiasi altra causa trascendentale. Il piccolo laboratorio chimico nel quale avviene, sotto l'influsso della luce solare, questo rimarchevole processo primitivo organoplastico è nei più semplici protofiti, nelle cromacee (pag. 177)

l'intero granulo sferico al tutto omogeneo di plasma (*Chroococcus*) e lo strato corticale glauco di esso che agisce come cromatoforo. Per contro, nel più delle piante questi laboratorii di riduzione sono rappresentati dalle *cromatelle* o cromatofori che nel buio interno della pianta si sono differenziati dal rimanente plasma della cellula come sferici leucoplasti incolori e nella soleggiata superficie come verdi cromoplasti (o « granuli clorofilliani »). Ora, la mia teoria dell'archigonia non postula altro se non che si ammetta che lo stesso processo chimico della plasmodomia che si ripete, ogni minuto secondo, in ciascuna cellula vegetale esposta al sole e che ora è divenuto una « abitudine ereditaria » della cellula vegetale verde, al principio della vita organica si è prodotto da sè, cioè come processo *catalitico* (od analogo alla catalisi) per la cui produzione erano date dallo stato di allora della natura anorganica le condizioni fisiche e chimiche.

Ipotesi dell' idioplasma. — Un preziosissimo appoggio fu dato, vent'anni fa, alla mia ipotesi dell'autogonia dall'acuto botanico Carlo Naegeli. Nella sua opera, così ricca d'idee, intitolata « Teoria meccanico-fisiologica della discendenza » (1884), egli sostiene tutte le opinioni essenziali sull'origine naturale della vita che io avevo già espresse nel 1866. Egli formola la parte più importante di esse nella notevole proposizione che io ho premessa come motto a questo capitolo XV (pag. 305). Questa ponderata e precisa dichiarazione di un eminente naturalista, che è riconosciuto come segnalato e dottissimo osservatore e come acuto e logico pensatore, la dovrebbero tener a mente tutti quei numerosi scienziati « esatti » che seguitano a combattere la teoria monistica dell'archigonia come ipotesi « infondata » o a considerarla addirittura come un insolubile « enigma cosmico ». Ma Naegeli l'ha ancora promossa col trattare a fondo i processi molecolari che qui si devono ammettere e col rannodarla alla sua ipotesi dell'idioplasma. Egli ammette che nei primordii dell'organizzazione abbia importanza fondamentale il determinato ordinamento autonomo delle ultime molecole omogenee di plasma; queste « micelle » sono secondo lui « gruppi molecolari cristallini » ordinati in molteplice guisa a formare cordoni micellari o serie parallele di micelle.

Ipotesi delle fistelle. — Un simile e più elaborato tentativo di spiegare fisicamente i processi dell'archigonia e di ricondurli a strutture molecolari meccaniche venne fatto nel 1893 da Lodovico Zehnder nella sua opera « L'origine della vita ». Egli suppone che le più piccole e inferiori unità vitali (le micelle di Naegeli e i biofori di Weismann, che corrispondono ai miei plastiduli) hanno forma tubulare e

perciò le chiama fistelle. Egli ritiene che queste invisibili strutture molecolari siano regolarmente ordinate a milioni nel plasma della cellula e differenziate in modo tale che dalle une dipenda l'endosmosi, dalle altre la contrazione, da altre ancora la trasmissione degli stimoli, ecc. Come per tentativi analoghi di Naegeli il valore di questa ipotesi molecolare consiste in ciò che essa dà eccitamento al formarsi dei concetti sul come si possano, per avventura, secondo principii fisici, pensare, immaginare l'ordinamento e il movimento delle molecole plasmatiche nel processo dell'archigonia.

Ipotesi del cianogeno. — Un tentativo molto notevole e interessante di penetrare più addentro nella misteriosa tenebra dei processi chimici dell'archigonia venne fatto nel 1875 dall'eminente fisiologo Edoardo Pflüger nel suo scritto « Sulla combustione fisiologica negli organismi viventi ». Egli parte sempre dal fatto fondamentale che il plasma (o protoplasma) rappresenta la base materiale di tutti i fenomeni vitali e che questa « sostanza vivente » deve le sue proprietà vitali alle proprietà chimiche dell'albumina (sia che la si consideri come un'unità chimica, proteina o protalbumina, o come un miscuglio di diverse combinazioni). Pflüger fa però una netta distinzione fra la *vivente* albumina del plasma, di cui sono costrutti tutti gli organismi, e l'albumina morta come la si trova, p. es., nel notissimo mucilaginoso albume dell'uovo della gallina. Solo l'albumina vivente (plasma) si scompone continuamente in piccolo grado da sè stessa e in maggior grado in seguito ad azioni esterne; invece l'albumina morta in favorevoli circostanze rimane lungo tempo indecomposta. Condizione della straordinaria decomponibilità dell'albumina vivente è il suo ossigeno intramolecolare, cioè l'ossigeno che nella respirazione viene introdotto dall'esterno all'interno della molecola di plasma e colà determina una dissociazione, un interno spostamento degli atomi ed una spartizione dei nuovi gruppi atomici così formati.

La vera causa di quella facile decomposizione del plasma e della formazione d'acido carbonico che ne deriva sta però nel *cianogeno*, quel notevole corpo il quale risulta da un atomo di carbonio ed un atomo d'azoto e che combinato col potassio forma quel noto energicissimo veleno che è il cianuro di potassio. Infatti, mentre i prodotti di decomposizione non azotati dell'albumina morta e di quella vivente mostrano una essenziale corrispondenza, quelli azotati sono, invece, affatto diversi. Acido urico, creatina, guanina e gli altri prodotti di decomposizione del plasma contengono il radicale cianogeno e il più importante di essi, l'urea, può essere artificialmente prodotto da combinazioni di cianogeno, come dimostrò dapprima il Wöhler nel 1828.

Da ciò noi possiamo concludere che l'albumina vivente contiene sempre il *radicale cianogeno*, mentre questo manca interamente alla nostra albumina di nutrizione. La supposizione che appunto al cianogeno deva il plasma le sue caratteristiche « proprietà vitali » viene ancora ulteriormente appoggiata da molte rassomiglianze che intercedono tra le combinazioni di cianogeno, specialmente l'*acido cianico* (CNOH) e l'albumina vivente; entrambi questi corpi a bassa temperatura sono liquidi e trasparenti, mentre a temperatura più elevata coagulano; entrambi in presenza di acqua si scompongono da sè in acido carbonico e ammoniaca; entrambi dànno per dissociazione (per spostamento intramolecolare degli atomi, non per diretta ossidazione) urea. La rassomiglianza fra queste due sostanze è così grande, dice Pflüger, « che io chiamerei l'*acido cianico una sostanza quasi vivente* ». Entrambe queste sostanze crescono per « concentramento di atomi » collegandosi a catena i gruppi atomici omogenei per formare grandi masse.

Ora ha speciale importanza per la teoria dell'archigonia e per la sua base fisica il fatto chimico che il cianogeno ed i suoi composti, cianuro di potassio, acido cianico, acido cianidrico, ecc., non si producono che al *calore rovente*, per es., quando si mettano insieme i necessarii composti azotati anorganici con carboni ardenti o si riscaldi a bianco il loro miscuglio. Anche altri elementi essenziali dell'albumina, p. es., idrocarburi, radicali alcoolici, possono prodursi sinteticamente ad alta temperatura. « Così, dice Pflüger, nulla è più chiaro che la possibilità della formazione di composti di cianogeno quando la terra era ancora interamente o in parte in stato igneo o rovente. Si vede in qual modo affatto straordinario e notevole tutti i fatti della chimica ci indichino il fuoco come quella forza la quale ha generato per sintesi i costituenti dell'albumina. La vita viene dunque dal *fuoco* e le sue condizioni essenziali si sono dunque poste in un'epoca in cui la terra era ancora una rovente sfera ignea. Se ora si pensa agli immensurabili spazi di tempo durante i quali si compiè in modo infinitamente lento il raffreddamento della superficie terrestre, allora il cianogeno e i composti che contenevano cianogeno ed idrocarburo avevano tutto il tempo e l'opportunità di seguire ampiamente le loro tendenze allo spostamento e alla formazione di polimerie (concatenazione di atomi) e di trasformarsi, colla cooperazione dell'ossigeno e più tardi dell'acqua e dei sali, in quell'albumina decomponibile da sè che è la materia vivente ». Riguardo a queste ultime cose si deve ancora specialmente rilevare che naturalmente una lunga serie di stati chimici intermedii si interposero tra la formazione ignea del cianogeno e il formarsi del plasma vivente idratato.

La teoria del cianogeno di Pflüger non è in contraddizione colla mia teoria delle monere ma piuttosto la completa, poichè essa tratta in modo affatto critico e scientifico uno stadio di gran lunga anteriore della prima biogenesi, in certo modo il primo periodo preparatorio della formazione dell'albumina. Ciò si deve specialmente rilevare di fronte agli attacchi che essa ha recentemente subìto da parte di Neumeister (l. c., pag. 15) e di altri vitalisti. Secondo questi, essa è inaccettabile perchè « fra le combinazioni cianiche e le materie proteiche si spalanca uno smisurato abisso che nulla può colmare ». Quest'accusa è confutata dalla stessa albumina vivente la quale nei suoi prodotti azotati di decomposizione contiene sempre il radicale cianogeno o anche sostanze (urea) che possono essere prodotte artificialmente da combinazioni del cianogeno. Un'altra obbiezione dice che « le combinazioni cianiche formatesi ad elevate temperature col successivo aggiungersi dell'acqua e dell'ossigeno avrebbero ben presto dovuto scomporsi ». Anche quest'obbiezione è priva di ogni valore, poichè noi non possiamo farci determinati e positivi concetti sulle condizioni speciali degli avvenimenti chimici di quel tempo. Ciò solo noi possiamo dire, che queste condizioni in quelle lunghe epoche (comprendenti milioni d'anni) devono essere state al tutto diverse dalle condizioni chimiche che si hanno ora alla superficie del globo. La vera ragione dell'opposizione di Neumeister e di altri vitalisti sta nel dualismo delle loro idee sull'universo che vuole ad ogni costo mantenere un abisso tra la natura organica e l'inorganica.

Max Verworn, che nella sua « Fisiologia generale » (2ª ediz., pagina 308) tratta a fondo e critica acconciamente le diverse teorie sulla provenienza della vita sulla terra, rileva con ragione lo speciale valore della teoria del cianogeno di Pflüger e ciò perchè essa « tratta il problema tenendosi stretta in modo affatto scientifico ai fatti chimico-fisiologici e lo sviscera sin nelle sue particolarità ». Egli concorda con Pflüger quando questi ricapitola i suoi concetti nelle parole seguenti: « Io direi dunque che la prima albumina che si formò era in pari tempo sostanza vivente, dotata della proprietà di attrarre in tutti i suoi radicali con grande forza e preferenza gli elementi specialmente affini per introdurli chimicamente nella sua molecola e così crescere all'infinito. Secondo questo concetto l'albumina vivente non aveva dunque alcun bisogno di possedere un peso molecolare costante, poichè essa stessa è una molecola mostruosa in via di continua ed incessante formazione e decomposizione, la quale, verosimilmente sta alle solite molecole chimiche come il sole ad una piccola meteora ». Queste vedute, che io tengo per giuste, sono anche condivise da molti altri naturalisti moderni che si sono specialmente

occupati delle difficili questioni sulla natura e l'origine dei corpi albuminoidi.

Generazione spontanea. — Dopo di aver parlato delle teorie moderne e degne di discussione sull'archigonia e di aver riconosciuto con Naegeli che la primitiva « origine della sostanza organica dalla anorganica » è un *fatto*, daremo ancora uno sguardo alle antiche ipotesi che sotto il nome di generazione spontanea (*generatio spontanea* od *aequivoca*) sono state oggetto di tante controversie. Per vero, queste teorie sono oggi quasi generalmente abbandonate, ma gli *esperimenti* che vi si connettono hanno fatto gran rumore ed han dato occasione ad una serie di pericolosi malintesi.

Saprobiosi (*più anticamente: necrobiosi*). — Le antiche ipotesi sulla « generazione spontanea » non riguardano il nostro problema chimico dell'archigonia, cioè la prima origine della sostanza vivente da morte combinazioni anorganiche del carbonio, ma piuttosto l'origine di organismi inferiori da particelle organiche in via di putrefazione o decomposizione d'organismi superiori. Queste ipotesi, per distinguerle nettamente dalla teoria affatto diversa dell'archigonia, son meglio designate col nome di saprobiosi (anticamente anche « necrobiosi »), cioè origine di sostanza vivente da sostanza organica morta o in decomposizione. (« Saprobiosi » sarebbe da preferirsi, perchè « necrobiosi » è meglio usata in altro senso, per le parti organiche morte che conducono poco alla volta alla morte i corpi viventi, pag. 100). Già nell'antichità si credeva che organismi inferiori potessero nascere dai residui morti di organismi superiori, per esempio, pulci da letame putrefatto, pidocchi da pustole di cuti malate, tignuole da vecchie pelliccie, conchiglie dal fango subacqueo. Poichè queste storielle erano appoggiate dall'autorità di Aristotile e perciò anche credute e raccomandate ai fedeli da Sant'Agostino ed altri padri della Chiesa, esse si mantennero in vigore sino al principio del XVIII secolo. Ancora nel 1713 il botanico Heucherus affermava che le verdi lenti palustri (*Lemna*) non sono che grasso condensato della superficie dell'acqua stagnante imputridita e che in acqua limpida e scorrente ne nascono crescioni di fontana ed altre erbe.

La prima confutazione scientifica di queste antiche favole fu data nel 1674, in base ad accurati sperimenti, dal medico italiano Francesco Redi, che perciò fu tacciato d'eresia; egli mostrò che tutti quegli animali nascono da ova che erano deposte dalle femmine nel letame, nella pelle, nelle pelliccie, nel fango, ecc. Questa prova non si poteva però dare allora per le tenie, gli ascaridi ed altri « vermi intestinali » (entozoi), i quali vivono nell'interno di altri animali (nell'intestino, nel sangue, nel cervello, nel fegato). Per questi la credenza che essi nascessero dagli organi malati degli ospiti in cui essi vivevano si mantenne sin verso la metà del secolo XIX. Solo negli anni 1840-1860 fu dimostrato da numerose esperienze di Siebold, Leuckart, Van Beneden, Virchow ed altri celebri biologi, che anche tutti quei vermi intestinali penetrano dall'esterno nel corpo del loro ospite e lì si riproducono per ova. Recentemente la dimostrazione ne fu fatta in modo generale.

Per contro l'ipotesi della saprobiosi rimase ancora specialmente in vigore sino a tempi vicini per una parte dei minimi ed infimi organismi, per quelle microscopiche forme viventi, invisibili all'occhio nudo, che una volta si chiamavano in

generale infusorii e che ora noi comprendiamo nel concetto più vasto di protisti od « unicellulari ». Quando Leeuwenhoek nel 1675 col microscopio recentemente trovato scoprì gli infusorii e trovò che simili animaletti nascono a miriadi nelle infusioni di fieno, muschio, carne ed altre sostanze organiche in decomposizione, si sparse presto l'opinione che da queste stesse essi direttamente si producessero. Frattanto mostrò fin dal 1687 l'abate Spallanzani che da tali infusioni non si produce alcun infusorio se esse vengono ben cotte e il vaso venga poi ben chiuso; il cuocere uccide i germi esistenti e l'esclusione dell'aria impedisce l'entrata di nuovi. Ciò nondimeno l'opinione che certi infusorii e sopratutto i minutissimi e semplicissimi batterii possano direttamente prodursi da tessuti putridi o malati di organismi o da liquidi organici in decomposizione fu ancora da molti microscopisti tenuta valida e venne ancora sostenuta nel 1858 da Pouchet a Parigi e recentemente da Charlton Bastian. I dibattiti provocati da ciò indussero nel 1858 l'Accademia di Parigi a stabilire un premio per delle « ricerche ordinate che fossero proprie a gettar nuova luce sulla questione della *generatio spontanea* ». Il premio fu vinto dal celebre Luigi Pasteur, il quale con una serie di sottili esperienze mostrò che dappertutto nell' atmosfera fra le vaganti particelle di polvere si trovano numerosi germi di microbii od organismi microscopici, e che questi germinano e si riproducono quando pervengano nell'acqua; non solo infusorii, ma anche piccoli vegetali ed animali di più elevata organizzazione, per es., licheni, muschi, rotiferi, tardigradi, possono rimanere per mesi in stato essiccato, essere trasportati dal vento e risvegliarsi a nuova vita quando giungano nuovamente nell'acqua. Per contro Pasteur dimostrò convincentemente che non si sviluppano mai organismi nelle infusioni di sostanze organiche quando esse siano state sufficientemente cotte e l'aria atmosferica giungente ad esse sia stata chimicamente purificata. Egli riassunse i risultati delle sue esatte esperienze, che furono confermate da Roberto Koch e da molti altri batteriologi e che determinarono i moderni processi di *disinfezione*, nella proposizione seguente: « La *generatio spontanea* od *aequivoca* è una favola ».

Archigonia e saprobiosi. — Le celebri esperienze di Pasteur e dei suoi successori avevano confutata la favola della saprobiosi, ma non la teoria dell'archigonia. Queste due ipotesi interamente diverse vengono tuttavia sempre scambiate fra loro, perchè per entrambe si è conservata l'antica denominazione di *generazione spontanea*. Ancor oggi si può leggere in molti scritti che l'ipotesi « non scientifica » della generazione spontanea è stata per sempre confutata sperimentalmente e che così sia esaurita, come insolubile enigma, la questione dell'origine della vita organica. La superficialità del pensiero e la mancanza di critica che si ripete in queste ed in altre simili considerazioni sono stupefacenti; in altre scienze esse non sarebbero guari possibili. Ma la biologia, così seguitano ad affermare molti rinomati corifei, è appunto caratterizzata da ciò che ad essa spetta solo di *osservare* i fatti e di *descriverli esattamente* (cfr. pag. 13); il formarsi di chiari *concetti* ed ancora più il *meditare* sulla loro significazione è inutile e pericoloso, anzi addirittura condannabile! Solo con questo stato d'inferiorità dei metodi biologici di ricerca si può spiegare che la nostra ipotesi dell'archigonia sia ancor sempre combattuta o semplicemente messa in tacere. Perchè? Perchè la falsa ipotesi della saprobiosi, con la quale essa non ha nulla di comune altro che il nome di « generazione spontanea » è stata confutata dagli esperimenti di Pasteur e compagni! Tuttavia questi esperimenti non dimostrano altro se non che da certe infusioni di sostanze

organiche, in certe condizioni molto artificiali, non si formano nuovi organismi; ma esse non toccano affatto l'importante ed imperiosa questione che sola per noi ha grande interesse, la questione: « come si sono prodotti da combinazioni anorganiche i più antichi abitatori organici del nostro pianeta, i primitivi protorganismi? ».

Esperimenti sulla generazione spontanea. — Il grande rumore che rapidamente si fece intorno alle celebri esperienze di Pasteur sulla « generazione spontanea » e la dannosa confusione provocata in molti dalla falsa interpretazione dei loro risultati mi dànno occasione a chiarire qui criticamente il valore generale che ha in molte questioni l'esperimento. Dacchè Bacone, 300 anni sono, ebbe introdotto l'esperimento nello studio della natura e con ciò gli ebbe data una base esatta, tanto le conoscenze teoriche della natura, come la pratica applicazione di esse ebbero un grandioso impulso. Nuovi metodi di ricerca resero possibile ai moderni di penetrare molto più a fondo nell'essenza dei fenomeni che non potesse fare l'antichità classica alla quale l'esperimento era ignoto. Sopratutto nel secolo XIX, nel quale i metodi sperimentali furono mirabilmente affinati e moltiplicati, le scienze *esatte* raggiunsero per mezzo loro una grandezza di cui prima non si aveva sospetto. Ora in che sta propriamente questo grande valore dell'esperimento? Esso è una *domanda* che noi facciamo alla natura, alla quale, se la domanda è ben posta, se le necessarie condizioni sono sempre osservate, la natura dà una risposta giusta. Ma l'importanza sta nell'ultimo punto!

Nel caso nostro la domanda relativa all'archigonia suona così: « In quali condizioni ed in qual modo da combinazioni anorgiche inanimate nasce della sostanza vivente (= plasma)? ». Noi possiamo con tutta sicurezza ammettere che nel periodo dell'archigonia, cioè nell'epoca in cui la vita organica sulla scorza raffreddata del nostro incandescente pianeta apparve per la prima volta, al principio dell'epoca laurenziana, le condizioni d'esistenza erano interamente diverse da quelle di oggidì; ma siamo ben lungi dal poterci fare un chiaro concetto di esse, o dal poterle imitare artificialmente. Così pure noi siamo ben lontani dall'avere una profonda conoscenza chimica delle combinazioni albuminoidi, alle quali appartiene il plasma; noi ammettiamo solo che la molecola di plasma è straordinariamente grossa e composta di più di mille atomi e infine che la posizione ed il collegamento degli atomi in questa molecola sono estremamente complicati e labili. Ma della vera natura di queste complicate costruzioni noi finora non abbiamo la minima idea. Finchè non conosceremo questa complicata struttura molecolare dell'albumina, qualsiasi tentativo di fabbricarla artificialmente rimarrebbe pazzo ed inane. E così stando le cose noi dovremmo coi nostri rozzi esperimenti costruire artificialmente quella « meraviglia della vita » che è il plasma, e se l'esperimento (come è da aspettarsi) non riesce, concluderne: « non vi è generazione spontanea! ».

Esperimenti negativi sulla saprobiosi. — Se si medita a fondo su queste condizioni indispensabili di ogni esperimento ragionevole sulla « generazione spontanea » e se si raffronta criticamente la svariata serie dei tanti esperimenti relativi ad essa, se ne ricava che i loro risultati negativi non hanno per la soluzione del nostro importante problema il minimo valore, anzi che essi non toccano affatto il nucleo della questione. Gli esperimenti così ammirati di Pasteur e soci non dimostrano altro se non che, sotto date condizioni molto artificiali da combinazioni organiche in via di decomposizione (e precisamente da tessuti morti di istoni molto elevati!), non sono nati infusorii, batterii ed altri protisti; essi non possono nemmeno dimostrare che simili saprobiosi in altre condizioni non potrebbero

avvenire. Per contro essi non ci dicono nulla sulla possibilità o realtà dell'archigonia; questa, posta la questione nei termini precisi coi quali io l'ho formulata fin dal 1866, da tutti quegli esperimenti non è affatto toccata. Ad ogni modo essa rimane impavida quale primo tentativo di dare, in base alla nostra moderna conoscenza della natura, una risposta provvisoria, sia pure in forma di ipotesi euristica, ad una delle più importanti questioni della filosofia naturale.

Stadii dell'archigonia. — Già nella « Morfologia generale » (1866), più tardi nei miei « Studii biologici sulle monere ed altri protisti » ed infine nel primo volume della mia « Filogenia sistematica » (1894), io ho cercato di determinare più esattamente i singoli stadii del processo che io intendo sotto il nome di « archigonia ». Io distinsi allora, come due stadii principali, l'*autogonia* (origine della prima sostanza vivente da anorganiche combinazioni azotate del carbonio) e la *plasmogonia* (origine del primo plasma individualizzato, dei più antichi individui in forma di monere). Nei miei più recenti tentativi a tal riguardo io ho anche utilizzato gli importanti risultati messi in luce dalle affini ricerche di Naegeli (1884), le quali perseguono lo stesso scopo. Riguardo ad alcuni punti importanti relativi al lato fisico-chimico della questione, il Naegeli nella sua « Teoria meccanico-fisiologica della discendenza » (capitolo II), si è ancora più addentrato nelle particolarità del processo archigonico. I più antichi viventi che son nati da semplici combinazioni anorgiche per « organizzazione micellare » del plasma, egli li chiama *probii* o probionti, e crede che essi abbiano ancora struttura molto più semplice che le mie monere.

Quest'opinione riposa su un malinteso; qui il Naegeli non si tiene alla mia precisa definizione: « organismi senza organi (= amorfi pezzi viventi di plasma senza differenziamento morfologico) », ma invece pensa ai singoli organismi rizopodiformi che io descrissi dapprima come monere (*Protamoeba*, *Protogenes*, *Protomyxa*, ecc.). Ma molto più importanti di queste plasmofaghe zoomonere sono, secondo la mia opinione odierna, le *cromacee*, le plasmodome fitomonere. È strano che Naegeli non abbia utilizzato a fondo la loro primitiva organizzazione per stabilire le sue teorie, sebbene egli stesso si sia procacciato il grande merito di descrivere come *alghe unicellulari* (1842) questi che sono i più primitivi fra tutti gli organismi ora viventi. Di fatto le semplici cromacee (*Chroococcus* ed affini) sono così vicine ai suoi ipotetici probii o *probionti*, che propriamente solo la secrezione di un invoglio protettore attorno all'omogenea sfera plasmatica e poi il separarsi della glauca zona corticale dal granulo centrale incoloro possono essere considerati nelle croococcacee come « inizii di organizzazione ». Fra le vaste considerazioni fatte a tal riguardo da Naegeli sono specialmente importanti quelle che riguardano la gradazione della primitiva abiogenesi e la frequente ripetizione di questo processo fisico.

Recentemente Max Kassowitz nel secondo volume della sua feconda « Biologia generale » (1899) ha trattato a fondo dal punto di vista della chimica fisiologica i diversi stadii del processo archigonico, secondo la sua teoria della costituzione e scomposizione del plasma. Egli insiste a ragione su ciò che l'origine della sostanza viva dalla morta non si deve intendere come un salto repentino; piuttosto le complicatissime unità chimiche che formano ora il fondamento della vita si sono sviluppate lentamente e gradatamente, passo a passo, in epoche smisuratamente lunghe, per via di *sostituzione* da combinazioni sempre più semplici. Si possono collegare questi concetti, i quali concordano in gran parte colle mie antiche

deduzioni (1866), colla teoria del cianogeno di Pflüger e così si giunge pressapoco alle seguenti proposizioni:

1° Si deve considerare come stadio preparatorio dell'archigonia la formazione di certe combinazioni azotate del carbonio, le quali possono essere ascritte al gruppo cianico (acido cianico, ecc.); esse si formarono sin da quando la sfera terrestre era ancora una massa igneo-fluida. 2° Dopo il consolidamento della crosta superficiale della terra si formò dell'acqua liquida; sotto la sua influenza e sotto quella delle notevoli modificazioni dell'atmosfera pregna di acido carbonico si formò da quelle semplici combinazioni del cianogeno una serie di più complesse combinazioni azotate del carbonio, che in ultimo diedero dell'albumina (o proteina). 3° Le molecole dell'albumina si ordinarono in modo determinato, conforme ai loro labili rapporti chimici, in grandi gruppi molecolari (pleoni o micelle). 4° Le micelle albuminose si aggrupparono a formare aggregati maggiori e formarono omogenei granuli plasmatici (plassonelle). 5° Crescendo ulteriormente le plassonelle si divisero e formarono sfere plasmatiche maggiori omogenee: monere (= probionti). 6° In seguito alla tensione superficiale od anche ad un differenziamento chimico si stabilì una differenza fra strato corticale più saldo (membrana) e strato midollare più molle (granulo centrale), come in molte cromacee. 7° Solo più tardi nacquero da simili citodi anucleati le più semplici (nucleate) cellule, accumulandosi la massa ereditaria all'interno delle monere per condensarsi in un saldo nucleo.

Ripetizione dell'archigonia. — È una questione interessante, ma per ora ancora insoluta, se il processo dell'archigonia, come inizio della vita organica, sia avvenuto una volta sola nel corso del tempo o se si sia ripetuto più volte. Si possono addurre ragioni a favore dell'una o dell'altra ipotesi. Pflüger (l. c.) dice a questo proposito: « Nel vegetale l'albumina vivente seguita a fare quello che essa ha sempre fatto sin dalla sua prima origine, cioè seguita continuamente a rigenerarsi od a crescere; perlocchè io credo che tutta l'albumina che c'è nel mondo proviene direttamente da quella prima. Perciò io metto in dubbio la generazione spontanea nell'epoca presente; anche la biologia comparata ci indica direttamente che ogni essere vivente ha preso origine da un'unica radice ». Frattanto questa considerazione non esclude ancora la possibilità che il processo chimico della plasmodomia spontanea in quel tempo remoto, sotto uguali condizioni, si sia nella stessa forma ripetuto.

D'altra parte, sopratutto il Naegeli fece notare con ragione che non vi è motivo di escludere una frequente ripetizione dell'archigonia anche fino all'epoca presente. Tostochè siano date le condizioni fisiche necessarie per il processo chimico della plasmodomia, esso si può ripetere in ogni tempo ed in ogni luogo. Per quanto riguarda il luogo, la riva del mare è verosimilmente quello che offre le migliori condizioni, poichè, per es., alla superficie della sabbia umida minutamente suddivisa le forze molecolari della sostanza in tutti gli stati di aggregazione, gazoso, liquido, semifluido e solido, si trovano nelle più favorevoli circostanze per agire le une sulle altre. Fatto sta, che ancor oggi tutti i diversi stadii evolutivi della « sostanza vivente », dalla più semplice monera (*Chroococcus*) fino alla semplice cellula nucleata, da questa fino alla complicatissima dei radiolari ed infusorii, dalla semplice ovocellula fino all'elevatissima struttura istonale dei vegetali ed animali superiori, dall'*Amphioxus* fino all'uomo, si ritrovano gli uni accanto agli altri. Per la spiegazione di questo fatto non ci sono che due possibilità: o i più semplici organismi tuttora viventi, le cromacee e batterii, le palmelle ed amebe, dal

principio della vita organica, da più di cento milioni d'anni, si sono mantenuti invariati o non han fatto che insignificanti progressi nell'organizzazione, oppure il processo filogenetico della loro evoluzione si è durante questo tempo più volte ripetuto ed ancor oggidì si ripete. Anche se quest'ultimo fosse il caso, noi saremmo difficilmente in grado di convincercene per osservazione diretta.

Osservazione dell'archigonia. — Ammesso che ancor oggidì si formassero per archigonia semplicissimi organismi, probabilmente la diretta osservazione di quest'importante processo sarebbe per i seguenti motivi impossibile o almeno estremamente difficile: 1º Come più antichi e più semplici organismi si devono verosimilmente ammettere degli sferici granuli di plasma senza struttura visibile, simili alle più semplici cromacee tuttora viventi (*Chroococcus*). 2º Queste monere plasmodome non si possono distinguere dai cromoplasti (granuli clorofilliani) che vivono nell'interno delle cellule vegetali e che anche dopo la morte di queste possono seguitare a moltiplicarsi indipendentemente per divisione. 3º Noi dobbiamo ammettere con Naegeli che la primitiva mole di questi probionti (malgrado la grandezza relativamente colossale delle loro molecole) sia molto insignificante e troppo piccola per poter essere scorta anche coll'aiuto dei migliori microscopii. 5º Difatto si trovano molto frequentemente nelle acque stagnanti ed in mare minimi granuli che sono, o sembrano essere, costituiti di plasma; noi siamo abituati a considerarli come particelle isolate di distrutti cadaveri animali o vegetali; piccoli granuli clorofilliani isolati, che si possono trovare dappertutto, vengono da noi considerati come prodotti fuorusciti di cellule vegetali. Tuttavia chi può contraddire all'affermazione che essi non rappresentino piuttosto plassonelle o giovani monere e seguitino lentamente a crescere per collegarsi coi loro simili a formare maggiori corpi plasmatici?

Sintesi del plasma. — Un'obbiezione che spesso si sente contro al nostro concetto naturale e monistico dell'archigonia sta in ciò che finora noi non siamo stati in grado, nei nostri laboratorii chimici, di produrre, per sintesi artificiale, dei corpi albuminoidi e sopratutto del plasma; da ciò si trae la falsa conclusione dualistica che solo forze vitali sopranaturali siano in grado di farlo. Con ciò non si pensa che noi nemmeno conosciamo ancora la complicata struttura chimica degli albuminoidi e che noi non sappiamo che cosa propriamente avvenga nell'interno dei verdi granuli clorofilliani che in ciascuna cellula vegetale trasformano l'energia raggiante della luce solare nella forza di tensione del plasma neoformato. Come potremmo noi cogli imperfetti e rozzi mezzi della nostra chimica moderna imitare sinteticamente un complicato processo chimico di cui nemmeno l'essenza ci è analiticamente chiara? Inoltre l'inanità di quella scettica obbiezione è patente: noi dovremmo tenere per sopranaturale un processo della natura perchè non possiamo artificialmente imitarlo!

SEDICESIMA TABELLA

Prospetto delle ipotesi sull'origine della vita.

I. — Primo gruppo: **Ipotesi della creazione** (*Miti della creazione*).

La vita organica è un processo sopranaturale prodottosi per creazione (per la volontà di un aeriforme architetto dell'Universo).

I. A. — *Ipotesi specifiche della creazione.*
Mosè, 1500 anni a. C.; Luigi Agassiz, 1858.

Ogni singola specie è un pensiero creativo concretato di Dio.

I. B. — *Ipotesi cellulare della creazione.*
Alberto Wigand, 1874; Giovanni Reinke, 1899.

Dio ha creato le cellule primitive, dalle quali, secondo il suo piano di creazione, si dovettero sviluppare le singole specie (od i singoli gruppi).

II. — Secondo gruppo: **Ipotesi eternali** (*Vita eterna*).

La vita organica non ebbe nessun principio, ma dura dall'eternità.

II. A. — *Ipotesi eternali dualistiche.*
Everardo Richter, 1865; Ermanno Helmholtz, 1884.

La vita organica dura dall'eternità accanto alla natura anorganica, indipendentemente da essa.

II. B. — *Ipotesi eternali monistiche.*
Teodoro Fechner, 1873; Guglielmo Preyer, 1880.

La natura organica è più antica dell'anorganica; i corpi naturali inanimati di quest'ultima sono nati in origine dalla vita della prima.

III. Terzo gruppo: **Ipotesi dell'archigonia** (*Generazione spontanea*).

La vita organica sulla terra ebbe un principio ed è un processo chimico incominciato nel tempo in cui sulla scorza terrestre raffreddata si formò acqua liquida ed il carbonio potè esercitare la sua azione organogena.

III. A. — *Ipotesi della plasmogonia.*
Ernesto Haeckel, 1866; Carlo Naegeli, 1884.

I primi organismi apparsi sul nostro globo terrestre furono *monere*, e cioè monere plasmodome, simili alle moderne cromacee (*Chroococcus*, ecc., pag. 177). Questi più antichi, omogenei esseri viventi non erano ancora vere cellule (nucleate), ma omogenee sfere di plasma nate per individualizzazione da albuminati forniti di ricambio (catalisi di sostanze colloidali).

III. B. — *Ipotesi del cianogeno.*
Edoardo Pflüger, 1875; Max Verworn, 1894.

Quale processo chimico anorganico che precedette la formazione del plasma organico vivente si deve considerare la formazione dei composti del cianogeno, la quale cominciò sulla superficie del globo quando esso era ancora in istato igneofluido. Il radicale cianogeno costituisce un elemento caratteristico dell'albumina vivente e attraversando una lunga serie di trasformazioni è divenuto la base più importante del plasma.

SEDICESIMO CAPITOLO

EVOLUZIONE DELLA VITA

Teoria della discendenza. — Trasformismo o darwinismo. Filogenesi ed ontogenesi. — Legge biogenetica fondamentale.

« La storia dell'evoluzione degli organismi si divide in due rami affinissimi e strettamente connessi: l'*ontogenesi* o storia dell'evoluzione degli *individui* organici, e la *filogenesi* o storia dell'evoluzione delle stirpi organiche. L'ontogenesi (od *embriologia*) è la breve e rapida ricapitolazione della filogenesi (o *genealogia*), determinata dalle funzioni fisiologiche dell'*eredità* (riproduzione) e dell'*adattamento* (nutrizione) ».

Morfologia generale (1866).

« Nei nostri lavori sullo sviluppo noi abbiamo sempre applicato la *legge biogenetica fondamentale* ed abbiamo trovato in molti casi la nostra aspettativa non solo non frustrata, ma anzi di gran lunga sorpassata. Non è dubbio che nella embriologia dei vertebrati la pura *palingenia* ha una parte straordinariamente importante e che l'elemento cenogenetico le cede di molto e in molti casi si può anche riconoscere senza difficoltà, cosicchè si sarebbe tentati di ritenere che per gli zoologi la legge biogenetica pel riconoscimento di processi da gran tempo compiutisi ha tanto valore come ha per gli astronomi l'analisi spettrale ».

PAOLO e FRITZ SARASIN (1887).

SOMMARIO DEL CAPITOLO SEDICESIMO

Evoluzione anorgica ed organica. — Biogenesi e cosmogenesi. — Meccanica dell'evoluzione. — Meccanica della filogenesi. — Teoria della discendenza. — Teoria della selezione. — Teoria dell'idioplasma. — Forza vitale filetica. — Teoria del germiplasma. — Eredità progressiva. — Morfologia comparata. — Germiplasma e massa ereditaria. — Teoria della mutazione. — Trasformismo zoologico e botanico. — Neolamarckismo e neodarwinismo. — Meccanica dell'ontogenesi. — Legge biogenetica fondamentale. — Ontogenesi tectogenica. — Embriologia sperimentale. — Monismo e biogenesi.

BIBLIOGRAFIA

Jean Lamarck, 1809. *Philosophie zoologique* (Filosofia zoologica).

Charles Darwin, 1859. Origine delle specie.

Ernst Haeckel, 1866. *Generelle Morphologie der Organismen* (Morfologia generale degli organismi).

Id., 1868. *Natürliche Schöpfungsgeschichte;* 10ª ediz., 1902 (Storia della creazione naturale, trad. ital. di D. Rosa).

Carl Naegeli, 1884. *Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre* (Teoria meccanico-fisiologica della discendenza). Lipsia.

August Weismann, 1902. *Vorträge über Descendenz-Theorie* (Conferenze sulla teoria della discendenza), 2 vol. Jena.

Theodor Eimer, 1888. *Die Entstehung der Arten auf Grund von Vererben erworbener Eigenschaften* (Origine delle specie basata sull'eredità dei caratteri acquisiti). Jena.

Hugo de Vries, 1901. *Die Mutationen und Mutations-Perioden bei der Entwickelung der Arten* (Le mutazioni ed i periodi di mutazione nell'evoluzione delle specie). Lipsia.

Id., 1903. *Die Mutations-Theorie. Versuche und Beobachtungen über die Entstehung der Arten im Pflanzenreich* (La teoria della mutazione. Saggi ed osservazioni sull'origine delle specie nel regno vegetale), 2 vol. Lipsia.

Karl Ernst Baer, 1828. *Entwickelungsgeschichte der Thiere. Beobachtung und Reflexion* (Sviluppo degli animali. Osservazione e riflessione). Königsberg.

Carl Gegenbaur, 1889. *Ontogenie und Anatomie, in ihren Wechselbeziehungen betrachtet* (Ontogenia ed anatomia considerate nei loro rapporti reciproci). *Morphol. Jahrbuch*, XV. Lipsia.

Hugo Spitzer, 1886. *Beiträge zur Descendenz-Theorie und zur Methodologie der Naturwissenschaft* (Contribuzioni alla teoria della discendenza ed alla metodologia delle scienze naturali). Graz.

Ludwig Plate, 1903. *Ueber die Bedeutung der Darwin'schen Selections-Princips und Probleme der Artbildung* (Sull'importanza del principio darwiniano della selezione e problemi della formazione delle specie). Lipsia.

Kosmos, 1877-1886. *Zeitschrift für einheitliche Weltanschauung auf Grund der Entwickelungslehre* (Giornale in sostegno del concetto cosmico unitario basato sulla teoria dell'evoluzione), 19 vol. Lipsia.

Wilhelm Breitenbach, 1901. *Darwinistische Vorträge und Abhandlungen* (Conferenze ed opuscoli darwinistici): I. Plate, *Die Abstammungslehre* (La teoria della discendenza); II. Breitenbach, *Die Biologie im 19. Jahrhundert* (La biologia nel secolo XIX); XII. Francé, *Die Weiterentwickelung des Darwinismus* (I progressi del darwinismo). Odenkirchen.

Ernst Haeckel, 1894-1896. *Systematische Phylogenie. Entwurf eines natürlichen Systems der Organismen auf Grund ihrer Stammesgeschichte* (Filogenia sistematica. Schizzo di un sistema naturale degli organismi basato sulla loro filogenesi), 3 vol. Berlino.

Fin dal 1866 nella « Morfologia generale » ho spiegato diffusamente quale importanza fondamentale abbia per la nostra filosofia monistica la *teoria dell'evoluzione*. Un riassunto popolare di questo concetto è dato nella « Storia della creazione naturale » e ricapitolato brevemente nel capitolo XIII dei « Problemi dell'universo ». Riferendomi a questi scritti anteriori e sopratutto a quest'ultimo, mi limito qui a completarli considerando alcune delle più importanti questioni generali dell'evoluzionismo (o della genetica) alla luce delle moderne conoscenze naturali; a tale proposito si devono sopratutto mettere a raffronto le opposte vedute sulla natura e sul valore della biogenesi le quali ancor oggi, al principio del secolo XX, stanno l'una di fronte all'altra.

Evoluzione anorgica ed organica. — L'unità essenziale della natura anorgica ed organica, cui io ho cercato di dare saldo fondamento nel secondo libro della « Morfologia generale » e di cui nel capitolo XIV dei « Problemi dell'universo » è rilevata l'importanza, vale pel corso complessivo della loro evoluzione, per le cause dei loro fenomeni e per le loro leggi. Anche per l'evoluzione degli organismi noi escludiamo dunque qualsiasi vitalismo e dualismo, e ci teniamo fermi nella nostra convinzione, che essa si deve sempre ricondurre a cause fisiche (e specialmente ad energia chimica). Poichè quale base di essa noi consideriamo dappertutto il plasma (capit. VI) possiamo anche dire: l'evoluzione organica riposa sulla meccanica e chimica del plasma. Come non possiamo ammettere per spiegare le funzioni fisiologiche una speciale e sopranaturale « forza vitale », così noi non possiamo ammettere che una simile forza sia il fattore o il regolatore dei processi biogenetici.

Biogenesi e cosmogenesi. — Se noi intendiamo per *biogenesi* il complesso di tutti i fenomeni di evoluzione organica del globo, per *geogenesi* quelle della terra stessa e per *cosmogenesi* quelli dell'universo intero, allora la *biogenesi* non è certamente che una piccola parte della geogenesi, come quest'ultima è a sua volta una piccola

parte dell'immensa *cosmogenesi*. Questo fatto importante è senz'altro evidente, ma tuttavia è spesso passato al tutto inosservato; ciò vale tanto per il tempo come per lo spazio. Se noi ammettiamo che il processo biogenetico (cioè l'evoluzione della vita organica sulla terra dal principio sino all'età presente) comprende più di cento milioni d'anni, tuttavia questa lunga durata è verosimilmente molto più breve di quella che occorse al nostro pianeta per la sua naturale evoluzione di corpo celeste, dal primo staccarsi del nebuloso anello planetario dal corpo materno del sole sino al suo condensarsi a formare una roteante sfera gazosa, di qui sino alla formazione dell'igneo-fluida sfera di fuoco, al consolidamento della salda corteccia alla sua superficie e finalmente fino al precipitarsi dell'acqua allo stato liquido. Solo col formarsi di quest'ultima il carbonio potè incominciare la sua funzione organogena e progredire sino alla formazione del plasma. Ma anche questo lungo processo geogenetico non è, riguardo allo spazio ed al tempo, che una minima frazione dell'infinita e immensa cosmogenesi. Se anche noi ammettiamo che su molti altri corpi celesti, sotto le stesse condizioni come sulla nostra terra, si sviluppi in simil modo una vita organica (« Problemi dell'universo », capit. XX), ad ogni modo l'insieme di tutti questi processi biogenetici non è che una piccola parte del processo cosmogenetico che tutto abbraccia. L'ipotesi vitalistica che il suo corso meccanico sia stato di tempo in tempo interrotto da una sopranaturale « creazione » di organismi contraddice alla nostra ragion pura, all'unità della natura ed alla legge della sostanza. Noi dobbiamo dunque anzitutto tenerci saldi alla convinzione fondamentale che tutti i processi biogenetici si debbono ricondurre alla meccanica della sostanza tanto come tutti gli altri fenomeni della natura.

Meccanica dell'evoluzione. — Per l'evoluzione della natura anorganica, della terra e di tutto l'universo, il carattere meccanico (in opposizione alla miracolosa dottrina di una creazione) fu già stabilito e matematicamente dimostrato dalla fine del secolo XVIII, e ciò per opera del grande ateo Laplace nella sua « Mécanique céleste » (1799). La consimile cosmogenia, che il Kant aveva stabilita fin dal 1755 nella sua « Storia naturale generale e teoria del cielo », non acquistò validità che molto più tardi (« Problemi dell'universo », capit. XIII). Per contro la possibilità di spiegare meccanicamente l'evoluzione della natura organica non si aprì che dopochè il Darwin (1859) ebbe dato, colla sua teoria della selezione, un saldo fondamento alla teoria della discendenza. Il primo tentativo in questo senso lo intrapresi io stesso (1866) nella mia « Morfologia generale », il cui scopo

era indicato dallo stesso titolo: « Schizzo generale della scienza delle forme organiche, *meccanicamente* fondata dalla teoria della discendenza riformata da Carlo Darwin ». Sopratutto nel secondo volume di questa opera, nella « Storia dell'evoluzione generate degli organismi », io mi sono sforzato di mostrare che le due parti di essa, tanto l'*embriologia* (ontogenesi) quanto la *genealogia* (filogenesi) si debbono ricondurre a funzioni fisiologiche del *plasma*, che dunque si debbono spiegare meccanicamente (in vasto senso).

Meccanica della filogenesi. — Allorchè io, nel 1866, stabilii il concetto e il còmpito della filogenia, o storia della genesi delle stirpi, questo primo tentativo apparve al più dei biologi affatto strano ed ingiustificato, tanto come il darwinismo stesso di cui esso era la naturale conseguenza. Persino il celebre Emilio Dubois-Reymond che, come fisiologo, avrebbe dovuto gradirlo, lo chiamò un « cattivo romanzo »; egli paragonò i miei primi tentativi di costrurre gli alberi genealogici delle classi organiche in base alla paleontologia, all'anatomia comparata e all'ontogenesi con gli ipotetici sforzi fatti dai filologi per scrutare la favolosa genealogia degli eroi d'Omero. Frattanto io stesso avevo dati quei primi imperfetti tentativi per semplici schizzi provvisorii, per ipotesi euristiche che dovevano aprire la via a ricerche ulteriori e migliori. Quanto si sia fatto d'allora in poi su questa via e quanto, con gli sforzi riuniti di molti eccellenti paleontologi, anatomi ed embriologi, ci siamo in essa inoltrati, lo mostra uno sguardo alla ricca bibliografia filogenetica moderna. Dieci anni sono, io ho fatto, nei tre volumi della mia « Filogenia sistematica », il tentativo di presentarne in modo connesso i risultati. Era mio scopo principale da un lato lo sviluppare, basandomi sulla filogenesi, il « sistema naturale degli organismi », dall'altro, poi, il dimostrare il carattere meccanico del processo filogenetico. Tutte le funzioni degli organismi le quali determinano la trasformazione delle specie e l'origine di specie nuove nella lotta per la vita si devono ricondurre a funzioni fisiologiche di esse, all'accrescimento ed alla nutrizione, all'adattamento e all'eredità, e queste ultime funzioni si devono alla loro volta riferire alla meccanica ed alla chimica del plasma. La stessa lotta per la vita è un processo meccanico nel quale la scelta naturale utilizza la sproporzione fra la soprabbondanza dei germi e le limitate possibilità di esistenza degli individui attuali e insieme la variabilità della specie per produrre meccanicamente, senza scopo predeterminato, nuove disposizioni adatte. Questa meccanica teleologica non hà bisogno di alcuna misteriosa « finalità », ma si subordina alla causalità meccanica generale che domina tutti i processi dell'universo. La *finalità*

naturale non è che un caso speciale della *causalità* meccanica. La prima si deve subordinare alla seconda, non inversamente, come voleva Kant.

Teoria della discendenza (*trasformismo*). — Il primo tentativo intrapreso nel 1809 dal grande Lamarck nella sua *Philosophie zoologique* per fondare il trasformismo merita tanta riconoscenza da parte della filosofia monistica perchè così per la prima volta veniva spiegata un'origine *naturale* delle innumerevoli forme organiche che, quali specie di animali o di piante, popolano il nostro pianeta. Fino allora non si era potuto spiegare la loro origine che con un processo sopranaturale, col miracolo della *creazione*. Oramai a questo metafisico creatismo veniva ad opporsi il fisico evoluzionismo. Lamarck spiegava la lenta e graduale trasformazione delle specie coll'azione vicendevole di due funzioni fisiologiche: adattamento ed eredità. L'*adattamento* (variazione degli organi per uso) si basa sul loro progredire per l'uso e regredire pel disuso; l'eredità determina per mezzo della riproduzione la trasmissione delle nuove qualità così acquisite ai loro discendenti. Nuove specie sorgono dalle specie antiche per la via fisiologica della trasmutazione. Che questo grande pensiero sia passato inosservato per un mezzo secolo non toglie nulla della sua fondamentale importanza. Esso non fu universalmente riconosciuto che dal 1859, dopochè Carlo Darwin gli ebbe annesso il concetto della selezione e così ne ebbe colmato la lacuna causale. Astraendo affatto da questo darwinismo propriamente detto (sia esso giusto od errato) l'idea fondamentale del trasformismo si è ora acquistato il generale riconoscimento; essa è oggidì ammessa persino da molti metafisici, i quali, ancora trent'anni fa, la combattevano aspramente. Invero il fatto della progressiva trasformazione delle specie non è intelligibile che con la teoria di Lamarck che le specie ora viventi sono i discendenti trasformati di specie primitivamente differenti. Malgrado che numerose autorità abbian combattuto questa *teoria della discendenza* con tanto sfoggio di dottrina e di eloquenza, nessuno è ancor stato capace di confutarla o di mettere al suo posto qualsiasi altra teoria evolutiva che valga. Ciò è sopratutto vero per la sua più importante conseguenza, l'*origine dell'uomo* da una serie di altri mammiferi (in prima linea, primati).

Teoria della selezione (*darwinismo*). — Il valore incalcolabile che ha per la biologia monistica la teoria della selezione di Carlo Darwin (1859) è ora riconosciuto dal più dei cultori intelligenti e spregiudicati della biologia scientifica. In questi 44 anni nel corso dei quali questo darwinismo propriamente detto è entrato in tutti i campi della biologia, esso è stato applicato con successo in più di cento grosse opere e in molte migliaia di opuscoli alla spiegazione dei fenomeni biologici. Dànno dunque prova di fondamentale ignoranza dello stato della questione e della bibliografia quelli che recentemente ripetono che il darwinismo è in grande ribasso o addirittura che « esso è morto e sepolto ». Frattanto tali assurdi scritti (come, per es., quello di Dennert « Al letto di morte del darwinismo ») acquistano importanza dal fatto che essi sono graditissimi alle *credenze miracolose* della teologia e della metafisica. Disgraziatamente essi acquistano apparentemente qualche valore perchè persino alcuni biologi combattono ostinatamente la teoria della selezione. Fra questi si distingue sopratutto Hans Driesch per la intemperanza dei suoi attacchi; egli afferma che il darwinismo (come la filosofia di Hegel) significa un menar pel naso un'intera generazione. La pretensione di questo scrittore affetto da megalomania è uguagliata dall'oscurità delle sue opinioni biologiche, la cui

confusione è coperta dalle più strane speculazioni metafisiche. A questi e ad altri attacchi ha recentemente risposto con successo Plate nel suo opuscolo « Sulla importanza del principio darwiniano della selezione e problemi relativi alla formazione delle specie » (2a ediz., 1903). Fra le moderne dimostrazioni del darwinismo la più approfondita è quella data da Augusto Weismann nelle sue così istruttive « Conferenze sulla teoria della discendenza » (1902) ed in molti altri scritti. Però questo segnalato zoologo va troppo in là quando egli cerca di dimostrare l'« onnipotenza » della selezione e vuol appoggiarla sulla sua insostenibile ipotesi molecolare, la « teoria del germiplasma », di cui tratteremo più innanzi. Se noi facciamo astrazione da questa e altre esagerazioni dell' iperdarwinismo, possiamo tuttavia affermare con Weismann che la teoria lamarckiana della discendenza solo colla teoria darwiniana della selezione ha avuto una base causale. I fondamenti reali di quest'ultima sono dati da tre fenomeni: 1° l'eredità, 2° l'adattamento, 3° la lotta per l'esistenza. Tutti e tre questi fattori sono, come già ho spiegato, di natura puramente meccanica, non teleologica: l'eredità dipende tanto strettamente dalla funzione fisiologica della riproduzione come l'adattamento dalla nutrizione, e la lotta per l'esistenza segue logicamente con matematica necessità dalla sproporzione fra il numero degli individui potenziali (germi) e quello degli individui attuali, i quali diventano adulti e propagano la specie.

Teoria dell'idioplasma. — Dopochè io nel 1866, nella mia « Morfologia generale », ebbi fatto il primo tentativo di aprire la via alla teoria di Darwin e di presentare la teoria dell'evoluzione dal punto di vista della teoria monistica come teoria comprensiva, sono apparsi numerosi ed in parte preziosi lavori, i quali rischiarano meglio singole parti di questo immenso campo di ricerche e lo aprono ad una comprensione causale. Ma solo 18 anni più tardi apparve un'opera maggiore la quale, partendo dagli stessi principii monistici, ma battendo altra via, perseguiva gli stessi alti fini. Nel 1844 Carlo Naegeli, uno dei nostri più colti ed acuti botanici, pubblicò la sua « Teoria meccanico-fisiologica della discendenza ». Questo libro interessante consiste di parti molto diverse; anzitutto è da ricordare che in esso la teoria della discendenza è riconosciuta ed esposta come l'unica teoria possibile e naturale dell'origine delle specie; inoltre la morfologia e la sistematica vi sono espressamente trattate come « scienze filogenetiche »; infine, il capitolo sulla generazione spontanea, buio e pericoloso problema che i più dei naturalisti preferiscono evitare, è fra i migliori che mai si siano scritti su questa importante questione. Per contro, Naegeli rigetta interamente la teoria darwiniana della selezione e vuole che l'origine delle specie avvenga per un'interna « variazione con indirizzo determinato » indipendentemente dalle condizioni d'esistenza del mondo esterno. Come già notò giustamente Weismann, questo interno principio propulsore dell'evoluzione che nega in senso proprio l'adattamento, in fondo non è altro che una « forza vitale filetica »; esso non ci riesce meglio accettabile perchè Naegeli per sostenerlo abbia costrutto un ben escogitato sistema metafisico ed abbia ammesso uno speciale « principio dell'isagità ». L'annessa teoria dell'idioplasma ha però del valore inquantochè in essa è meglio dimostrata la scissione del plasma cellulare in due parti fisiologicamente diverse, l'idioplasma o massa ereditaria ed il trofoplasma o massa di nutrizione della cellula.

Forza vitale filetica. — Il concetto vitalistico e teleologico di un *interno* principio d'evoluzione il quale, indipendentemente dal mondo esterno e dalle sue condizioni d'esistenza, determini la funzione delle specie animali e vegetali, non è solo

contenuto nella teoria « meccanico-fisiologica » della discendenza di Naegeli, ma anche in molti tentativi che si sono fatti per scoprire le cause della trasformazione delle specie. Tutti questi tentativi sono i benvenuti per la dominante filosofia delle scuole, la quale poggia sui principii dualistici di Kant (a destra la meccanica, a sinistra la teologia) e sopratutto cerca di salvare lo scopo sopranaturale, l'intelligenza cosmica di Reinke, o, ciò che fa lo stesso, la saviezza del Creatore (considerato come ingegnere di prim'ordine) od il pensiero creativo divino (Agassiz). Tutti questi tentativi dualistici e teleologici hanno lo stesso difetto che essi dimenticano o poco stimano l'enorme influsso che esercita l'*ambiente* colle sue condizioni d'esistenza sulla conformazione e trasformazione degli organismi. Specialmente quando essi negano l'eredità progressiva e il suo legame coll'adattamento funzionale essi perdono il più importante fattore della trasformazione. Ciò vale anche per la « teoria del germiplasma ».

Teoria del germiplasma (Weismann). — Il desiderio di penetrare più a fondo nei misteriosi processi che si compiono in seno al plasma nei processi fisiologici dell'eredità e dell'adattamento ha condotto a stabilire una quantità di *teorie molecolari;* le più importanti fra queste sono la pangenesi di Darwin (1878), la mia perigenesi (1876), la teoria dell'idioplasma di Naegeli (1884), la teoria del germiplasma di Weismann (1885), la teoria delle mutazioni di De Vries, ecc. Poichè io ne ho già parlato più sopra e nella nona conferenza della « Storia della creazione naturale », posso qui riferirmi a quelle pagine. Nessuno di questi ed altri simili tentativi ha completamente risolto i difficili problemi di cui si tratta e nessuno è stato generalmente accettato. Su un solo di essi devo qui ancora una volta fermarmi, poichè esso non solo è stato salutato da molti biologi come il più importante progresso che abbia fatto la teoria della selezione dopo Darwin, ma ha anche toccato nel vivo parecchi dei più importanti problemi della biogenia. Questa è la famosa teoria del germiplasma di Augusto Weismann (di Freiburg), uno dei nostri più valenti zoologi. Egli non solo ha da trent'anni contribuito efficacemente con numerosi eccellenti lavori al progredire in varie direzioni della teoria della discendenza, ma sopratutto ha messo in piena luce l'alta importanza e la piena validità della teoria della selezione. Tuttavia nello sforzarsi di dare ad essa una base fisiologica-molecolare egli è giunto attraverso a vaste speculazioni metafisiche a una insostenibile teoria del plasma. Pur riconoscendo largamente tutto l'acume e la logica come pure le efficaci qualità di esposizione che Weismann vi ha impiegato, io devo qui ancora una volta (come già feci prima) impugnarla decisamente. Essa fu confutata recentemente nel modo più completo da Max Kassowitz (1902) nella sua « Biologia generale », e poi da Ludwig Plate nel suo citato scritto sul principio darwiniano della selezione. Nelle complicate ipotesi della struttura molecolare del plasma escogitate dal Weismann in appoggio della sua teoria, nella sua dottrina dei biofori, determinanti, idi, ecc., non abbiamo bisogno di addentrarci qui, poichè esse non sono teoricamente fondate, nè praticamente utilizzabili. Con tanto maggior ragione noi dobbiamo qui combattere una delle più importanti conseguenze di essa. Per amore del suo complicato edificio di ipotesi Weismann nega uno dei più importanti principii della trasmutazione di Lamarck, cioè la « eredità dei caratteri acquisiti ».

Eredità progressiva. — Quand'io nel 1866 (nel capitolo XIX della « Morfologia generale ») intrapresi il primo tentativo di formolare in determinate « leggi » i fenomeni dell'eredità e dell'adattamento e di ordinare queste in serie, io distinsi

da prima l'eredità conservativa dalla progressiva (« Storia della creazione naturale », 9ª confer.). L'*eredità conservativa* o l' « eredità dei caratteri ereditati » trasmette alla discendenza i caratteri morfologici e fisiologici che ciascun individuo ha ereditato dai suoi genitori. Per contro l'*eredità progressiva* o « eredità dei caratteri acquisiti » trasmette ai discendenti anche una parte di quei caratteri che non furono acquisiti dai genitori che durante la loro vita individuale. I più importanti di questi sono quelle qualità che sono provocate dall'attività stessa degli organi; un maggior uso ed esercizio degli organi provoca un maggior afflusso di nutrizione e favorisce il loro accrescimento; l'uso diminuito ed il disuso determinano inversamente un abbassamento della nutrizione e dell'accrescimento. Quali esempi più ovvii ricorderemo solo la trasformazione dai nostri muscoli e dei nostri occhi, la attività delle nostre mani nel dipingere, della nostra voce nel cantare, ecc. Qui, come in tutte le arti, vale l'antico adagio « l'esercizio fa il maestro ». Lo stesso vale però in modo generale per ogni attività fisiologica del plasma, persino per la più alta e mirabile, il pensiero; come l'abilità delle mani e dei sensi, cosicchè la memoria e l'attività intellettuale del fronema vengono acuite dal costante esercizio delle cellule che compongono questi organi.

Già il grande Lamarck aveva con acuto sguardo riconosciuto l'alta importanza morfologica di questo fisiologico uso degli organi e non dubitava che la trasformazione degli organi per tal modo raggiunta non potesse sino a un certo punto venire ereditariamente trasmessa ai discendenti. Quand'io, nel 1866, spiegai a fondo questi fatti di adattamento diretto e di eredità progressiva, segnalai particolarmente la speciale « legge dell'adattamento cumulativo » (« Morfologia generale », II, pag. 208): « Tutti gli organismi subiscono notevoli e permanenti modificazioni (chimiche, morfologiche e fisiologiche) quando agisca su di essi per molto tempo o ripetutamente una variazione per sè stessa insignificante delle condizioni di vita ». In tale occasione io rilevai in modo speciale che due gruppi di fenomeni che qui intervengono, e che spesso vengono separati, sono fra loro strettamente connessi, cioè che si ha eredità accumulata: in primo luogo *esternamente*, per la azione di esterne condizioni d'esistenza (nutrimento, clima, ambiente, ecc.), ed in secondo luogo *internamente*, per la reazione dell'organismo, l'azione delle interne condizioni d'esistenza (abitudine, uso e non uso degli organi, ecc.). Le azioni dello influsso esterno (energia luminosa, calore, elettricità, pressione, ecc.) non solo provoca la reazione dell'organismo toccato (energia di movimento, sensazione, chimismo, ecc.), ma sopratutto agiscono come stimolo trofico sulla sua nutrizione e sul suo accrescimento. Su quest'ultimo momento ha più tardi insistito, con ragione, sopratutto Guglielmo Roux; il suo adattamento funzionale (1881) coincide col mio adattamento cumulativo di cui già allora (1866) io rilevai la stretta relazione coll'adattamento correlativo (correlazione delle parti). Plate ha recentemente designato questa « variazione con indirizzo determinato » col nome di « ortogenesi ectogena » o brevemente *ectogenesi* (l. c., 1903, pag. 184).

La *lotta per l'eredità progressiva* si agita ancor oggi indecisa. Weismann nega quest'ultima decisamente perchè egli non la può conciliare colla sua « teoria del germiplasma », e perchè, secondo la sua opinione, mancano ancora prove sperimentali in suo favore. Parecchi e segnalati biologi si sono rannodati a lui, colpiti dalla sua geniale argomentazione. A tale riguardo molti dànno follemente un gran valore ad esperimenti d'eredità che non dimostrano nulla; per es., alla circostanza che le mutilazioni (mancanza della coda in mammiferi caudati cui essa fu troncata e simili) non vengono trasmesse ai discendenti. Recenti osservazioni degne

di fede sembrano mostrare che in casi isolati anche simili difetti (quando essi abbiano avuto per conseguenza profonde e lunghe lesioni degli organi affetti) possono essere trasmessi in eredità ai discendenti. Ma per l'origine di nuove specie (per ortogenesi) questo fatto è abbastanza indifferente; ad essa importa l'eredità di adattamenti cumulativi o funzionali. Di questa è difficile dare prove sperimentali se si pretende una stretta, inoppugnabile dimostrazione come negli sperimenti fisici; a tal uopo le condizioni biologiche sono per lo più troppo intricate e prestano troppo il fianco a un'acuta critica. I begli esperimenti di Standfuss e di E. Fischer (Zurigo) hanno mostrato che certe modificazioni nelle condizioni esterne di esistenza (temperatura e nutrizione) possono provocare notevoli modificazioni, le quali si trasmettono ereditariamente ai discendenti. Frattanto l'eredità progressiva trova un'infinita abbondanza di luminose prove nell'enorme arsenale della *morfologia*, dell'anatomia comparata e dell'ontogenesi.

Morfologia comparata. — Non solo per l'eredità progressiva, ma anche per altre questioni della filogenesi la morfologia comparata ci offre un tesoro di preziosissimi argomenti; ciò è vero tanto per la anatomia comparata come per l'ontogenesi comparata. Nella 5ª edizione, recentemente pubblicata, della mia « Antropogenia » io ho riunito e illustrato con figure una quantità di tali prove. Certamente per poterle rettamente comprendere ed interamente apprezzare si richiede che il lettore conosca il metodo della *comparazione* critica e sappia rettamente applicarlo. Per ciò è necessario avere non solo una estesa conoscenza dell'anatomia, ontogenesi e sistematica, ma ancora un certo esercizio nel giudicare e pensare morfologicamente. Ma queste condizioni preliminari mancano a molti biologi moderni e sopratutto a quegli osservatori « esatti » i quali credono erroneamente, con l'esattissima descrizione di singoli dettagli di strutture microscopiche, ecc., di poter giungere a comprendere grandi e comprensivi gruppi di fenomeni. Molti segnalati citologi, istologi ed embriologi addentrandosi esclusivamente in questo studio di dettaglio hanno completamente perduto di vista il grande tutto del loro tema; essi respingono persino i concetti fondamentali dell'anatomia comparata, per esempio, la differenza fra omologia ed analogia; Guglielmo His, ad esempio, dichiarò che tali « concetti scolastici » sono « uno strumento malsicuro ». Invece dovrebbero gli esperimenti fisiologici contribuire alla soluzione di problemi morfologici dei quali essi non possono dir nulla. Per far apprezzare giustamente l'incalcolabile valore che ha l'anatomia comparata per la filogenia ci basti qui ricordare uno dei suoi più fertili campi, lo scheletro dei vertebrati, la composizione delle sue molteplici forme di cranio, di colonna vertebrale, di estremità, ecc. Non invano da più di cent'anni molti dei più geniali naturalisti, da Goethe e Cuvier sino ad Huxley e Gegenbaur, hanno speso molti anni di penoso lavoro nella metodica compara-

zione di queste forme simili e tuttavia disuguali; essi sono stati compensati dal riconoscimento di comuni leggi morfogenetiche le quali, come vuole la moderna teoria dell'evoluzione, non possono essere spiegate che colla discendenza da semplici forme-stipiti comuni.

Come esempio luminoso a favore di questa ipotesi possiamo ancora ricordare le estremità dei mammiferi, le quali ad una uguale composizione scheletrica interna accoppiano la massima molteplicità di esterna conformazione; le esili zampe dei carnivori ed ungulati corridori, le zampe rematrici dei cetacei e delle foche, le palette scavatrici delle talpe, le ali dei pipistrelli, le zampe rampicatrici delle scimmie e le estremità differenziate dell'uomo. Tutte queste diverse forme scheletriche sono nate dalla stessa forma-stipite comune degli antichissimi mammiferi triasici; la loro varia forma e struttura è adattata nella più molteplice guisa alle differenti attività; ma la loro origine *per opera* di queste funzioni e tutti questi adattamenti funzionali non riescono concepibili che coll'eredità progressiva. La teoria del germiplasma non ne dà alcuna spiegazione causale.

Germiplasma e massa ereditaria. — La maggior parte dei recenti biologi si tien salda alla convinzione che fra i due costituenti essenziali della cellula nucleata al citoplasma del corpo cellulare spetti la funzione della nutrizione e dell'adattamento, e invece al carioplasma del nucleo spetti la funzione della riproduzione e dell' eredità. Tale opinione io avevo per la prima volta (1866) espresso nel capitolo III della « Morfologia generale » (vol. II, pag. 288); essa ebbe più tardi (1875) una più esatta base empirica delle segnalate ricerche di Edoardo Strasburger, dei fratelli Oscar e Riccardo Hertwig ed altri. Le complicate e minute disposizioni che si scoprirono da questi scienziati nella divisione cellulare condussero ad ammettere che l'elemento colorabile del nucleo, la *cromatina*, sia la vera « massa ereditaria », il substrato materiale dell' « energia d' eredità ». Weismann rannodò poi a questa constatazione l'ipotesi che questo plasma germinativo sia completamente separato dalle rimanenti sostanze della cellula e che queste ultime (il somatoplasma) non possan trasmettere al germiplasma le nuove proprietà acquisite coll'adattamento; appunto su quest' ipotesi è basata la sua opposizione contro all'eredità progressiva. I difensori di quest'ultima (ai quali io appartengo) non ammettono quest' assoluta separazione fra germiplasma e somatoplasma; noi siamo d'avviso che già nel processo della divisione cellulare, persino nell'organismo unicellulare, si abbia una parziale miscela delle due sorta di plasma (cariolisi) e che anche nell' organismo pluricellulare degli istoni la connessione di tutte le cellule

per mezzo dei loro filamenti plasmatici (plasmodermi) offra sufficiente possibilità a tutte le cellule del corpo di reagire sul germiplasma delle cellule sessuali. Che questa azione si debba spiegare per mezzo della struttura molecolare del plasma l'ha mostrato Max Kassowitz.

Teoria della mutazione. — Al principio del secolo xx ha fatto gran rumore una nuova teoria biologica la quale è stata salutata dagli uni come una confutazione sperimentale della teoria darwiniana della selezione, dagli altri come un prezioso complemento di essa.

Il distinto botanico Hugo De Vries (di Amsterdam) tenne nel 1901, alla riunione dei naturalisti in Amburgo, un'interessante conferenza sopra « le mutazioni ed i periodi di mutazione nell'origine della specie ». Basandosi su esperimenti d'allevamento durati molti anni e su sensatissime speculazioni, egli crede di aver scoperto un nuovo modo di trasformazione delle specie, una trasformazione saltuaria, repentina della forma specifica e con ciò di aver confutato la teoria darwiniana di una lenta trasformazione delle specie richiedente lunghi lassi di tempo. In una grande opera sopra « Esperienze ed osservazioni circa l'origine delle specie nel regno vegetale » (1903), De Vries ha poi cercato di dare alla sua *teoria sulla mutazione* un'ampia base. Ma la viva approvazione che essa ha trovato presso molti segnalati botanici e sopratutto cultori di fisiologia vegetale non è stata condivisa dagli zoologi. Fra questi sopratutto il Weismann nelle sue conferenze sulla « Teoria della discendenza » (1902, II, pag. 358), ed il Plate nei suoi « Problemi circa la formazione delle specie » (1903, pag. 174) si sono diffusamente espressi intorno alla teoria della mutazione e, pur tenendo gran conto delle interessanti osservazioni ed esperienze di De Vries, han tuttavia respinto la teoria dell'origine delle specie che su quelle egli aveva fondata. Poichè io ne ho fatto lo stesso giudizio, posso rimandare a quegli scritti i lettori che più si interessassero a questi *difficili* problemi, e qui mi limito brevemente alle seguenti osservazioni: la debolezza principale della teoria della mutazione del De Vries sta nel campo della *logica* nella sua distinzione dogmatica fra specie e varietà, mutazione e variazione. Se egli stabilisce la *costanza della specie* come fondamentale « dato d'osservazione » si deve notare che questa costanza (relativa!) della forma specifica si comporta molto diversamente nelle diverse classi; in parecchie classi (per es., insetti, uccelli, molte orchidee e graminacee) si possono esaminare migliaia di individui di una specie senza riconoscere varazioni individuali; in altre classi (per es., nelle spugne, nei coralli, nei generi *Rubus* e *Hieracium*) la variabilità è così grande che i sistematici esitano a distinguervi delle specie fisse. La netta delimi-

tazione stabilita dal De Vries fra le diverse forme della variabilità non si può tracciare; le variazioni fluttuanti (le quali sarebbero senza importanza) non si possono nettamente separare dalle mutazioni saltuarie (dalle quali improvvisamente dovrebbero sorgere nuove specie). Le mutazioni del De Vries (che io nel 1869 nella « Morfologia generale », II, pag. 204, ho distinte, quali « variazioni mostruose », dalle rimanenti forme di variazioni) non si devono confondere colle omonime mutazioni paleontologiche di Waager (1869) e di Scott (1894). Le repentine e spiccate modificazioni d'aspetto, come quelle che il De Vries osservò in una sola specie di *Oenothera*, sono per sè stesse rare e non possono essere considerate come il comune inizio del formarsi di nuove specie. Fu una singolare ironia del caso che quella unica specie di pianta portasse il nome di *Oenothera Lamarckiana;* le opinioni del grande Lamarck sul potente influsso dell'adattamento funzionale del De Vries non sono state confutate. Del resto si deve rilevare in modo speciale che della teoria lamarckiana della discendenza egli è tanto fermamente convinto come tutti i biologi moderni che ragionano. Si deve sopratutto insistere su ciò perchè certi recenti metafisici vedono addirittura in quella pretesa confutazione del « darwinismo » la morte di tutto il trasformismo e della teoria dell'evoluzione. Se a tal uopo essi si riferiscono ai più arrabbiati avversarii di essa, cioè a Dennert, Driesch e Fleischmann, si deve ricordare che le strane prediche di questi irragionevoli sofisti non sono più prese sul serio da alcun naturalista competente e capace di ragionare.

Trasformismo zoologico e botanico. — Non solo nelle geniali speculazioni di De Vries e Naegeli, ma anche in molti altri opuscoli botanici che recentemente cercano di promuovere la teoria della discendenza si manifesta, per quanto riguarda il modo di giudicare molti problemi biologici generali, una grande differenza di fronte alle opinioni che predominano fra gli zoologi. Questa differenza non dipende naturalmente da una differenza di capacità mentale fra le due grandi ed alleate schiere della biologia, ma dalla diversa forma dei fenomeni che sono offerti all'osservatore da un lato dalla vita vegetale, dall'altro dalla vita animale. Qui bisogna anzitutto rilevare che l'organismo degli animali superiori (al quale appartiene anche il nostro proprio corpo umano) è nei suoi singoli organi molto più variamente differenziato e più accessibile alla nostra immediata comprensione che non quello dei vegetali superiori. Le più importanti qualità e funzioni dei nostri muscoli e delle nostre parti scheletriche, dei nostri nervi e organi di senso ci sono rese senz'altro intelligibili dall'anatomia e fisiologia comparate. È molto più difficile riconoscere i fenomeni dello

stesso genere nel corpo dei vegetali superiori. Inoltre le condizioni presentate dagli innumerevoli organi elementari nella monarchia cellulare del corpo animale superiore sono, da un lato, molto più intricate, ma, dall'altro, anche molto più intelligibili che nella repubblica cellulare delle piante. Poi la filogenia dei vegetali offre molto maggiori difficoltà che non quella degli animali; su questo punto l'embriologia dei primi ci dice molto meno che quella di questi ultimi. Così si spiega anche che la legge biogenetica fondamentale non sia così generalmente riconosciuta dai botanici come lo è dai zoologi. La paleontologia, che per molti gruppi del regno animale offre un così prezioso materiale di fossili che noi possiamo da essi ricavare più o meno approssimativamente la loro genealogia, per la maggior parte dei gruppi del regno vegetale non offre che ben poco. Dall'altra parte la grande cellula vegetale nettamente delimitata nello spazio coi suoi singoli organuli è per parecchi problemi molto più preziosa che non la piccola cellula animale. Inoltre, per molti scopi fisiologici, il corpo vegetale superiore è più facilmente accessibile alle esatte ricerche fisiche e chimiche che non il corpo animale superiore. Meno grande è questo contrasto nel regno dei protisti, poichè nel campo delle forme vitali unicellulari la differenza fra la vita animale e la vegetale si limita in massima parte al contrasto del ricambio materiale ed in ultimo si cancella completamente. Per giudicare chiaramente e senza preconcetti i grandi problemi biologici e sopratutto la filogenia è dunque importante di tener insieme presenti i risultati delle ricerche zoologiche e botaniche. I due grandi fondatori della teoria della discendenza, Lamarck e Darwin, poterono penetrare così addentro nei segreti della vita organica e del suo sviluppo perchè entrambi possedevano le più vaste conoscenze tanto in botanica come in zoologia.

Neolamarckismo e neodarwinismo. — Fra le varie direzioni in cui si sono recentemente incamminati gli zoologi e botanici per svolgere più oltre la teoria della discendenza, vengono spesso distinte come due opposte scuole il neodarwinismo ed il neolamarckismo. Questa contrapposizione è logica solo se con essa s'intenda l'alternativa del trasformismo: con o senza teoria della selezione. Infatti il principio che solo distingue il puro darwinismo dall'antico lamarckismo è la «lotta per l'esistenza» e la teoria della selezione che su essa è fondata. Invece è affatto inammissibile che si voglia fondare quel contrasto sul riconoscimento o sulla negazione dell'eredità progressiva. Darwin era tanto saldamente convinto dell'alta importanza dell'«eredità dei caratteri acquisiti» come lo era Lamarck e come lo sono io stesso; solo egli le attribuiva una sfera d'azione

più limitata che non facesse Lamarck. Weismann invece nega affatto l'eredità progressiva e vorrebbe ricondurre tutto alla selezione, alla « onnipotenza della scelta naturale ». Se realmente quest'opinione di Weismann e la teoria del plasma germinativo che è fondata su essa fosse giusta, allora a lui *solo* apparterrebbe l'onore di aver tracciato un indirizzo affatto nuovo (e, secondo lui, fecondissimo) del trasformismo. È però affatto errato dare, come si fa sopratutto in Inghilterra, a questo weismannismo, il nome di neolamarckismo. Tanto meno si devono chiamare neolamarckisti Naegeli, De Vries ed altri biologi moderni pel fatto che essi neghino la selezione.

Còmpiti della filogenesi. — Se la teoria della discendenza è giusta, come ora ammettono concordemente tutti i biologi competenti, allora essa assegna alla morfologia il còmpito di rintracciare approssimativamente l'origine di ogni singola forma vitale. Essa deve tentare di spiegare l'organizzazione presente mediante il suo passato e di riconoscere nella serie di forme dei suoi antenati le cause della loro trasformazione. Io stesso intrapresi questo difficile còmpito ponendo nella mia « Storia generale dell'evoluzione » (nel secondo volume della « Morfologia generale ») la *filogenia* come *scienza naturale storica* indipendente. Le posi daccanto, come parte seconda ed ugualmente giustificata, l'embriologia od *ontogenia*, che fin allora era considerata solo come « storia dello sviluppo »; io compresi sotto questo concetto tutta la storia della evoluzione individuale, l'embriologia e la metamorfologia. L'ontogenia ha i vantaggi (sopratutto la sicurezza) di una scienza puramente descrittiva quando essa si limita alla fedele descrizione dei fenomeni direttamente osservabili, tanto dei fenomeni germinativi dell'embriologia come delle trasformazioni della metamorfologia. Molto più arduo è il còmpito della filogenia, poichè questa deve decifrare dei processi da gran tempo scomparsi da fonti solo parzialmente note e deve utilizzare colla massima circospezione questi archivi.

Archivi della filogenia. — Si devono porre in prima linea come i più preziosi archivi della filogenia tre fonti inapprezzabili: la paleontologia, l'anatomia comparata e l'ontogenia. La *paleontologia* si presenta dapprima come la fonte più sicura, poichè essa nei fossili ci porge direttamente i « fatti palpabili » che fanno testimonianza della successione storica, della consecuzione cronologica delle specie nel lungo corso della storia organica della terra.

Disgraziatamente, questi fossili non ci sono conservati che in minima parte e spesso molto imperfettamente. Le numerose man-

canze o «lacune negative» che rimangono fra questi «dati positivi» devono dunque essere colmate coi risultati di due altre sorgenti: dell'*anatomia comparata* e dell'*ontogenia*. Io ho cercato di darne un'ampia prova nei due volumi della mia «Antropogenia» (5ª edizione, 1903). Poichè ho anche trattato i rapporti generali di queste fonti filetiche nella 15ª conferenza della «Storia della creazione naturale», basta qui che io rilevi ancora una volta che solo utilizzando ugualmente ed apprezzando criticamente tutte queste tre sorgenti che a vicenda si completano, si può arrivare ad una soddisfacente soluzione dei temi filogenetici. Ciò per vero esige conoscenze profonde in tutti i tre campi, le quali pur troppo non si trovano spesso riunite. I più fra gli embriologi trascurano tanto la paleontologia, come i più fra i paleontologi l'embriologia; e l'anatomia comparata, questa parte più difficile della morfologia, che più delle altre esige estese cognizioni e giudizio critico, è spesso evitata tanto dagli uni come dagli altri. Oltre a queste tre sorgenti principali della filogenia, anche qualsiasi altro ramo della biologia ci offre preziosi archivi per la sua ricostruzione, così sopratutto la corologia e l'ecologia ed infine la fisiologia e la biochimica.

Filogenia e geologia. — Sebbene le ricerche filogenetiche nel corso degli ultimi 30 anni si sieno molto estese ed abbiano dato una ricca messe di interessantissime indicazioni, tuttavia molti naturalisti mostrano pur sempre a loro riguardo una gran diffidenza; molti contestano ancora persino la loro scientifica ragion d'essere ed affermano che esse non han dato che ipotesi vacue e campate in aria. Ciò avviene sopratutto per opera di molti fisiologi e di molti embriologi pei quali l'esperimento e rispettivamente la descrizione dell'embriogenesi è l'unico esatto metodo di ricerca. Di fronte a questi concetti scettici noi dobbiamo ricordare la storia e l'importanza della *geologia*. Nessuno oggidì nega più l'alta importanza e la molteplice applicazione di questa «storia della terra», e pure anche qui la diretta osservazione dei processi storici è in massima parte esclusa. Oggi nessun naturalista dubita più che le tre potenti formazioni rocciose sovrapposte dell'epoca mesozoica, il trias, il giura e la creta, siano nate l'una dopo l'altra da fango marino consolidato (calce, arenaria, argilla), sebbene nessuno abbia osservato direttamente il loro deporsi; così pure nessuno oggi dubita più che i numerosi scheletri fossili di pesci e rettili che si trovano pietrificati in quei gruppi di strati siano, non enigmatici «giochi di natura», ma resti di pesci e rettili estinti, che in quei lunghi periodi della storia terrestre, distanti da noi milioni d'anni, popolavano quei mari. Ora,

quando l'anatomia comparata ci mostra il nesso genealogico di queste forme « affini » e la filogenia, appoggiata dall'ontogenia, costruisce l'albero genealogico degli affini gruppi di forme, tali ipotesi storiche sono altrettanto sicure e giustificate come le ipotesi riconosciute della geologia; solo queste ultime si possono costrurre molto più semplicemente e perciò più facilmente che non le prime. Filogenia e geologia sono appunto per loro natura veramente *scienze naturali storiche.*

Ipotesi filetiche. — Come in *tutte* le scienze storiche, così anche nella filogenia e geologia, poichè le fonti empiriche di ricerca rimangono sempre incomplete, *sono indispensabili delle ipotesi.* Che queste siano spesso molto deboli e caduche e spesso vengano sostituite da più forti e migliori, non toglie nulla al loro valore; una debole ipotesi è pur sempre migliore di nessuna. Noi dobbiamo perciò sempre più opporci a quell'infondata paura delle ipotesi che manifestano gli «esatti» cultori delle scienze naturali sperimentali e descrittive di fronte ai nostri metodi filogenetici. Sotto a questa paura delle ipotesi si nasconde in parte una manchevole conoscenza di altri campi della scienza, in parte l'incapacità di pensare sinteticamente ed un debole bisogno di causalità. Come si ingannino in ciò molti scienziati lo mostra, per esempio, la circostanza che essi stimano altamente come scienza «esatta» la *chimica;* e pure nessun chimico ha mai visto gli atomi e le molecole dei composti sui quali egli ogni giorno lavora e tanto meno le complicate disposizioni sulla cui ammissione riposa tutta la moderna chimica strutturale. Tutte queste *ipotesi* sono fondate su deduzioni della ragione, non su osservazione diretta.

Meccanica dell'ontogenesi. — Lo stretto rapporto causale che lega l'ontogenesi alla filogenesi è stato da me rilevato fin dal principio, dacchè nel quinto libro della «Morfologia generale» io posi come scienze equivalenti l'una presso all'altra queste due parti della biogenia. Inoltre fin d'allora (1866) io ho specialmente rilevato il carattere *meccanico* di queste due discipline e mi sono sforzato di spiegare fisiologicamente i loro fenomeni morfologici. Fin allora la «storia dello sviluppo», sotto il qual nome s'intendeva solo l'embriologia, era considerata come una scienza puramente descrittiva. Carlo Ernesto Baer, il quale, nel 1828, nella sua classica «Embriologia degli animali» aveva pel primo dato a questa scienza una sicura base, era bensì giunto alla convinzione che tutti i fenomeni dello sviluppo individuale sono da ricondurre alle leggi dell'*accrescimento*,

ma lo speciale indirizzo di quest'accrescimento, la sua «*finalità*», le vere cause della conformazione, ciò gli era rimasto ignoto. Il distinto anatomo di Würzburg, Alberto Kölliker, il cui «Trattato d'embriologia umana» (1859) per la prima volta presentò in modo chiaro e connesso questa scienza dal punto di vista della teoria cellulare, si fermò, anche nella quarta edizione di esso (1884), all'osservazione «che le leggi dello sviluppo degli organismi siano ancora affatto ignote». Di fronte a questa opinione, che allora era generale, io cercai fin dal 1866 (l. c.) di dimostrare che Carlo Darwin, colla sua riforma della teoria della discendenza, non solo aveva sciolto l'enigma filogenetico dell'origine delle specie, ma in pari tempo ci aveva dato in mano la chiave per aprire le porte, fin allora chiuse, dell'embriologia e per giungere ad intendere causalmente anche le meraviglie dell'ontogenesi. Io formolai questa convinzione nel 20° capitolo della «Morfologia generale» in 44 *tesi ontogenetiche*, delle quali non cito qui che le tre seguenti: 1ª Lo sviluppo degli organismi è un processo fisiologico che, come tale, dipende da cause agenti *meccanicamente;* 40ª L'ontogenesi od evoluzione dell'individuo organico è *immediatamente determinata* dalla filogenesi od evoluzione della stirpe (*phylum*) organica, alla quale esso appartiene; 41ª *L'ontogenesi è la breve e rapida ricapitolazione della filogenesi, determinata dalle funzioni fisiologiche dell'eredità e dell'adattamento*». In queste e nelle altre «tesi sul nesso causale dell'evoluzione biontica e filetica» (l. c., pag. 300) è contenuto il nocciolo della mia proposizione biogenetica fondamentale. In pari tempo vi è detto con sufficiente chiarezza che io riconduco il processo fisico dell'ontogenesi tanto come quello della filogenesi a pura *meccanica* del plasma (nel senso della filosofia critica).

Legge biogenetica fondamentale. — All'ampia *legge fondamentale* che io ho stabilito nel 1866 nel quinto libro della «Morfologia generale» e che ho brevemente spiegata nel 1868 nella decima conferenza della «Storia della creazione naturale» (più estesamente nella quattordicesima conferenza della decima edizione) ho poi cercato *più tardi* di dare salda base per due vie diverse. Anzitutto nei miei «Studi sulla teoria della gastrea» (1872-1877) io ho dimostrato che in tutti i metazoi, dalle infime spugne e polipi, su fino ai più alti articolati e vertebrati, l'organismo pluricellulare si svolge da una medesima *forma embrionale* primitiva (*gastrula*) e che questa è la ripetizione ontogenetica, determinata dall'eredità, di una *forma-stipite* corrispondente (*gastraea*). Secondariamente nella mia «Antropogenia» (1874) io ho fatto il primo tentativo di cimentare accuratamente

questa «teoria della ricapitolazione» con esempi presi dal nostro proprio organismo umano, e sforzandomi tanto pel corpo intero, come per ogni singolo sistema di organi, di spiegare i complicati processi dell'evoluzione individuale mediante il nesso causale colla filogenesi della nostra serie di progenitori animali. Nell'ultima (quinta) edizione di questa monistica «Storia dell'evoluzione dell'uomo», io ho illustrato queste contingenze complicate con numerose figure (30 tavole, 500 figure nel testo), cercando in pari tempo, coll'aggiungervi 60 tabelle genetiche, di renderle accessibili anche ai profani istruiti. Rimandando ora a questi scritti, rinuncio qui a trattare più ampiamente della mia legge biogenetica fondamentale, tanto più che recentemente uno dei miei allievi, il dottor Enrico Schmidt (Jena), in un opuscolo molto chiaro ha trattato imparzialmente e secondo verità, tanto della sua importanza biologica, quanto della sua preistoria e del suo stato presente (*La legge biogenetica di Haeckel ed i suoi avversari*, 5° fascicolo delle «Conferenze ed opuscoli popolari», edito da Guglielmo Breitenbach, Odenkirchen, 1902). Posso qui solo aggiungere ancora poche parole per spiegare la vivace lotta che si è svolta da 30 anni circa il completo o parziale riconoscimento della «legge biogenetica fondamentale», intorno alla sua base empirica ed alla sua portata filosofica.

Piena validità della legge biogenetica fondamentale. — Già nella designazione: *legge fondamentale* che io volutamente ho scelto per formolare la «teoria della ricapitolazione» è espressa la pretesa che essa debba avere una validità *affatto generale*. Ciascun organismo, dai protisti unicellulari su fino alle crittogame ed ai celenterii e da questi su fino agli antofiti e vertebrati, ripete, secondo certe leggi d'eredità, nella sua evoluzione individuale, *una parte* della sua filogenesi. Nel concetto di ricapitolazione è già incluso che questa non sia mai altro che una *parziale ed abbreviata* ripetizione del processo originario di evoluzione filetica, determinata dalle leggi dell'eredità e dell'adattamento. L'*eredità* determina la ripetizione di certe modalità dello sviluppo, l'adattamento invece determina la variazione di esse in seguito a certe condizioni esterne, la loro abbreviazione, la loro alterazione o «falsamento». Perciò ho insistito fin dal principio su ciò che la mia legge biogenetica fondamentale risulta di due parti diverse, una positiva, palingenetica, ed una negativa e limitativa, cenogenetica. La *palingenesi* od «evoluzione riassuntiva» ci racconta solo una parte dell'originaria filogenesi; la *cenogenesi* od «evoluzione alterata» falsa od altera quest'immagine in seguito ad alterazioni successive del primitivo corso dell'evoluzione. Questa distinzione ha importanza fondamentale e non vi si potrà mai abbastanza insistere di fronte ai molteplici malintesi dei numerosi avversari; essa viene trascurata anche da molti i quali concedono alla «legge fondamentale» un valore solo parziale (come Plate e Steinmann), come pure da altri che la rigettano completamente (come Keibel ed Hensen). Fra questi ultimi è sopratutto notevole l'embriologo Keibel, perchè egli stesso in accuratissimi lavori anatomico-descrittivi ha fornito un grande numero di appoggi alla legge biogenetica fondamentale. Tuttavia egli l'ha così poco com-

presa o l'ha così poco meditata, che egli non ha nemmeno afferrato l'importante distinzione fra palingenia e cenogenia.

È sopratutto deplorevole che anche uno dei più segnalati embriologi, Oscar Hertwig di Berlino, che pure ha fatto 30 anni fa importanti ricerche in appoggio alla legge biogenetica fondamentale, recentemente sia passato nel campo degli avversari di essa; la pretesa «correzione» o modificazione che esso ne ha data corrisponde, come giustamente ha notato il Keibel, ad un completo abbandono di essa. Le cause di questo mutamento fondamentale sono già state in parte spiegate da Enrico Schmidt nel suo opuscolo sopra la legge fondamentale biogenetica (1902, pag. 84). Esse si connettono colla metamorfosi psicologica compiuta da Oscar Hertwig a Berlino. Nel discorso che egli tenne nel 1900 alla riunione di naturalisti in Aachen sopra «lo sviluppo della biologia nel secolo decimonono», egli sostenne di fatto i principii dualistici del vitalismo (sebbene egli li dichiari «altrettanto ingiustificati come i concetti cosmici chimico-fisici dell'opposto meccanismo»!). Anche le opinioni che Oscar Hertwig ha recentemente esposte sul non valore del darwinismo e sull'inattendibilità delle ipotesi filogenetiche stanno in diametrale contrasto colle convinzioni che egli difendeva 25 anni fa in Jena e con quelle che ancor oggi logicamente sostiene il suo fratello Riccardo Hertwig di Monaco nel suo ottimo trattato di zoologia.

Ontogenia tectogenica. — In fondamentale contrasto con quella meccanica dell'ontogenia che io stabilii nel 1866 e che espressi colla legge biogenetica fondamentale, si svilupparono più tardi parecchi altri indirizzi dell'embriologia, i quali, sotto la ditta comune della «meccanica dell'evoluzione», perseguivano i più varii scopi per le più varie vie. Furono sopratutto ammirate trent'anni fa le teorie pseudomeccaniche dell'anatomo di Lipsia, Guglielmo His, che si era reso benemerito dell'ontogenia per le sue esattissime descrizioni e fedeli figure di embrioni di vertebrati, ma che non comprendeva la morfologia comparata e che perciò giunse ai più strani concetti generali sull'essenza dello sviluppo organico. Nelle sue «Ricerche sul primo abbozzo del corpo del vertebrato» (1868) ed in molti lavori posteriori credette lo His di poter spiegare direttamente e colla semplice fisica i più complicati fenomeni ontogenetici, riconducendoli ad elasticità, incrociamento, ripiegatura, ecc. degli abbozzi embrionali, respingendo espressamente il nostro metodo filogenetico; quest'ultimo egli lo dichiara «un lungo rigiro dal quale la spiegazione dei fatti ontogenetici (quali conseguenze immediate di principii fisiologici d'evoluzione) non ha alcun bisogno». Di fatto in queste teorie pseudomeccaniche o tectogenetiche di His la madre natura si comportava come un'abile sarta, come spiegai nella terza conferenza dell'«Antropogenia» (pag. 53-58); ond'è che sono state scherzevolmente chiamate *teorie-sartorie*. Frattanto esse abbagliarono molti embriologi coll'aprire la prospettiva di una spiegazione diretta, puramente meccanica, dei complicati fenomeni germinativi. Sebbene le strane «teorie-sartorie» di His siano state dapprima molto ammirate per essere presto abbandonate, tuttavia esse han trovato recentemente più successori in varii indirizzi della moderna «meccanica dello sviluppo» (cfr. «Antropogenia», 5ª ediz., pag. 55).

Evoluzionismo sperimentale. — I grandi risultati raggiunti dalla moderna fisiologia sperimentale mediante l'estesa applicazione degli sperimenti fisici e chimici fecero nascere la speranza di poter raggiungere per mezzo dello stesso metodo «esatto» risultati ugualmente fecondi anche nel campo della storia dello sviluppo.

Frattanto la loro esplicazione non è possibile qui che in misura molto limitata in causa della grande complicazione dei fenomeni storici che ci si presentano e della impossibilità stessa di poter scrutare «esattamente» degli avvenimenti storici. Ciò vale per entrambi i rami della storia dell'evoluzione, tanto di quella individuale come di quella filetica. Il più dei tentativi riguardanti l'origine delle specie non hanno, come già si disse, che ben scarso valore; ed in generale ciò vale anche per gli esperimenti embriologici. Tuttavia con questi ultimi, sopratutto con assennati sperimenti sui primi stadii dell'ontogenesi, si sono ottenuti parecchi importanti risultati, specialmente riguardo alla *fisiologia e patologia dell'embrione* nei primissimi stadii dallo sviluppo. L'« Archivio per la meccanica dello sviluppo », edito fin dal 1895 da Guglielmo Roux, uno dei più zelanti fautori di quest'indirizzo, contiene presso a queste meritevolissime ricerche una varia raccolta dei più disparati lavori ontogenetici, i quali in parte si appoggiano alla legge biogenetica fondamentale ed in parte la ignorano o la combattono (cfr. « Antropogenia », 5a ediz., pag. 69).

Monismo e biogenia. — Fra tutti i rami della biologia passavano finora per i più difficilmente accessibili ad una spiegazione monistica ed anzi come per i più saldi appoggi del dualistico vitalismo, da un lato la psicologia, dall'altro la biogenia. Questi due campi divengono accessibili al monismo ed alla spiegazione meccanico-causale per mezzo della legge fondamentale biogenetica. Infatti l'intima correlazione che da essa viene stabilita fra lo sviluppo individuale ed il filetico e che dipende dalla reazione reciproca delle leggi dell'eredità e dell'adattamento rende possibile la loro reciproca spiegazione. Sotto questo rapporto io, già 30 anni sono, nel mio primo studio sulla teoria della gastrea, misi nel primo piano di qualsiasi considerazione biogenetica la seguente proposizione fondamentale: *La filogenesi è la causa meccanica dell'ontogenesi.* Con questa sola proposizione è chiaramente indicato il nostro concetto fondamentale monistico dello sviluppo organico. «Pro o contro questa proposizione dovrà in avvenire decidersi ogni scienziato che nella biogenia non si contenti di solo ammirare i meravigliosi fenomeni, ma si sforzi di elevarsi al di sopra di essi per comprenderne il significato. In questa proposizione è pure segnato l'incolmabile abisso che separa l'antica morfologia teleologica e dualistica da quella recente, meccanica e monistica. Se è dimostrato che le funzioni fisiologiche dell'eredità e dell'adattamento sono le uniche cause della produzione delle conformazioni organiche, con ciò è in pari tempo respinta dal territorio della biogenia qualsiasi sorta di teleologia, di dualismo o di metafisica; con ciò è nettamente indicato il reciso contrasto fra questi principii dominanti. O esiste un nesso diretto e causale fra ontogenia e filogenia o non esiste. O l'ontogenesi è un'emanazione ridotta della filogenesi o non lo è. Fra questi due termini non v'ha luogo per un terzo! O epigenesi e discendenza o preformazione e creazione!». Ripetendo qui questa proposizione rilevo ancora in modo speciale che secondo questo modo di vedere la nostra «biogenia meccanica» diviene uno dei più *robusti sostegni* della filosofia monistica.

DICIASETTESIMO CAPITOLO

VALORE DELLA VITA

Scopo della vita.

Natura e coltura. — Selvaggi, barbari, popoli civili e popoli cólti.

Valore personale e sociale della vita.

« La psicologia comparata in tutta la sua estensione forma una storia naturale della creazione e dello sviluppo del psichico. La sua parte più importante è la *psicologia dei selvaggi;* solo qui è possibile, se mai, sciogliere l'enigma dello spirito umano. La psicologia del bambino non le sta di fronte che in seconda linea in quanto che essa non ripete che brevemente in via ontogenetica ciò che in quella poggia sulla filogenesi. Solo colla psicologia dei barbari si possono decidere le questioni capitali e fondamentali della teoria della conoscenza, dell'estetica, della filosofia morale e religiosa, le quali si compendiano nella nota questione: *sono esse innate o si sviluppano?* La risposta scientificamente basata sui fatti non può che suonare così: *esse si sviluppano e si ereditano* ».

FRITZ SCHULTZE (1900).

SOMMARIO DEL CAPITOLO DICIASETTESIMO

Vicende della vita. — Scopo della vita. — Progresso della vita. — Scopi storici. — Onde storiche. — Valore vitale delle classi e razze umane. — Psicologia dei selvaggi, dei barbari, dei civili, dei popoli côlti. — Tre gradi di sviluppo (inferiore, medio e superiore) in queste quattro classi. — Valore individuale e sociale della vita côlta nei cinque campi della nutrizione e riproduzione, del moto, della sensibilità e della vita psichica. — Apprezzamento della vita umana.

BIBLIOGRAFIA

Fritz Schultze, 1900. *Psichologie der Naturvölker* (Psicologia dei selvaggi). Lipsia.

Alexander Sutherland, 1898. *On the origin and growth of the moral instinct* (Origine ed accrescimento dell'istinto morale). 2 vol. Londra.

Herbert Spencer, 1889. *Principien der Sociologie und Ethic* (Principii di sociologia ed etica). Trad. ted. Stoccarda.

John William Draper, 1863. *Geschichte der Conflicte zwischen Religion und Wissenschaft* (Storia dei conflitti fra religione e scienza). Trad. ted., 1865. Lipsia.

Natur und Staat, 1903. *Beiträge zur naturwissenschaftlichen Gesellschaftslehre* (Contributi allo studio scientifico della sociologia), Raccolta di scritti premiati, edita da H. E. Ziegler. Jena.

Wilhelm Schallmayer, 1903. *Vererbung und Auslese im Lebenslauf der Völker* (Eredità e religione nel corso della vita dei popoli). Eisenach.

Heinrich Matzat, 1903. *Philosophie der Anpassung*, II. *Theil der Sammlung « Natur und Staat »* (Filosofia dell'adattamento; 2a parte della raccolta « Natura e Stato). Jena.

Ludwig Voltmann, 1903. *Politische Anthropologie. Eine Untersuchung über den Einfluss der Descendenz-Theorie auf die Lehre von der politischen Entwickelung der Völker* (Antropologia politica. Ricerca sull'influsso della teoria della discendenza sulla dottrina dell'evoluzione dei popoli). Eisenach.

Peter Kropotkin, 1904. *Gegenseitige Hülfe in der Entwickelung* (Aiuto vicendevole nell'evoluzione). Lipsia.

Artur Gobineau, 1853. *Ueber die Ungleichheit der Menschenrassen* (Sulla ineguaglianza delle razze umane, Parigi). Trad. ted. di L. Schemann. Friburgo 1897.

Gottfried Herder, 1784. *Ideen zur Geschichte der Menschheit* (Idee sulla storia dell'umanità).

Friedrich Ratzel, 1886. *Völkerkunde* (Etnologia). 3 vol., 2a ediz., 1894. Lipsia.

Friedrich Jodl, 1878. *Die Culturgeschichtschreibung, ihre Entwickelung und ihr Problem* (La storia della cultura, suo sviluppo e suo problema). Halle.

Friedrich Hellwald, 1875. *Culturgeschichte in ihrer natürlichen Entwickelung bis zur Gegenwart* (Storia della coltura nella sua evoluzione naturale fino al presente). 4a ediz., 1890. Augsburg.

John Lubbock, 1875. *Die Entstehung der Civilisation und der Urzustand des Menschengeschlechts* (L'origine della civiltà e lo stato primitivo del genere umano). Trad. ted. Lipsia.

Carus Sterne (Ernst Krause), 1889. *Die allgemeine Weltanschauung in ihrer historischen Entwickelung* (Il concetto cosmico generale e il suo sviluppo storico). Stoccarda.

Ernst Haeckel, 1874. *Anthropogenie oder Entwickelungsgeschichte des Menschen.* (Antropogenia o evoluzione dell'uomo; 1o vol., Ontogenia; 2o vol., Filogenia). Con 30 tavole, 500 figure nel testo e 60 tabelle genetiche.

Il valore della nostra vita umana ci appare oggi, sul saldo terreno della teoria dell'evoluzione, in tutt'altra luce che cinquant'anni fa. Noi ci abituiamo a considerare l'uomo come un *essere naturale* e cioè come il più elevato essere naturale che ci sia noto. Le stesse « eterne ferree leggi » che regolano il corso evolutivo di tutto il cosmo signoreggiano anche la nostra vita. Il nostro monismo ci persuade che l'universo merita veramente il suo nome e forma un complesso unitario che tutto comprende, lo si chiami pure « Dio » o « Natura ». La nostra antropologia monistica è giunta al chiaro conoscimento che l'uomo non è che una minima particella di questo tutto universale, un mammifero placentale che solo nella tarda epoca terziaria si sviluppò da un ramo dell'ordine dei primati. Prima dunque che noi cerchiamo di misurare il valore della nostra propria vita umana getteremo uno sguardo comparativo sul valore della vita organica in generale.

Vicenda della vita. — Uno sguardo generale ed imparziale sulla storia della vita organica sulla nostra sfera terrestre ci insegna anzitutto che essa è soggetta ad un continuo cambiamento. Ogni secondo muoiono milioni di animali e di piante mentre altri milioni nuovamente si producono; ciascun individuo ha la sua limitata durata di vita, tanto l'efemera e l'infusorio che vivono solo pochi secondi, quanto la Wellingtonia, il drago d'Orotava e molti altri alberi giganti che raggiungono un'età di molte migliaia d'anni. Ma anche la specie, che comprende tutti gli individui uguali o simili, è altrettanto caduca e così pure gli ordini e le classi che comprendono numerose specie di animali e di piante. Il più delle specie sono limitate ad un unico periodo della storia organica della terra; solo poche specie o generi passano immutati attraverso a più periodi e nessuno ha vissuto in tutti i periodi. La filogenesi poggiata sui fatti della paleontologia ci mostra indubbiamente che ciascuna specifica forma vivente non esiste che durante un periodo più o meno breve nel corso dei molti (più di cento) milioni d'anni che comprende la storia della vita organica.

Scopo della vita. — Ogni essere vivente è scopo a se stesso; su ciò son d'accordo tutti i pensatori spregiudicati sia che essi ammettano teleologicamente un'entelechia o dominante come regolatore del meccanismo vitale o che essi spieghino meccanisticamente l'origine di ciascuna singola forma vitale per mezzo della selezione e dell'epigenesi. L'antico concetto antropistico che gli animali e le piante siano stati « creati ad utilità dell'uomo », che in generale i rapporti reciprochi degli organismi siano regolati da una « creazione predeterminata » non trova più oggi nelle sfere scientifiche alcuna fede. Ma se ciascun individuo organico, ciascun singolo vivente, « esiste per se stesso » ed anzitutto si adopera per la sua propria conservazione, ciò è ancora vero per ogni singola specie. Anche l'esistenza e lo « scopo » di essa sono cose transitorie e limitate. La progressiva evoluzione delle classi e dei tipi conduce lentamente ma continuamente al formarsi di nuove specie. Ogni speciale forma vivente, tanto ciascun individuo come ciascuna specie, non è dunque che un *episodio biologico*, un fenomeno passeggero nella vicenda della vita. Anche sotto questo riguardo l'*uomo* non fa eccezione dagli altri vertebrati. « Nulla è più costante del cambiamento » dice un antico e giusto proverbio.

Progresso della vita. — La serie storica o la successione delle specie e delle classi è collegata tanto nel regno animale quanto nel regno vegetale con un lento e costante progresso dell'organizzazione. Ciò ci mostra in modo diretto ed evidente la paleontologia; le sue « medaglie della creazione », i fossili, sono testimonii indubbii ed inoppugnabili di questo progresso filogenetico. Io ne ho dato un quadro nella mia « Storia della creazione naturale » ed in pari tempo ho mostrato che tanto il progressivo perfezionamento delle specie come la loro crescente multiformità si possono spiegare meccanicamente come necessarie conseguenze della selezione. Per ciò non v'ha bisogno nè di un creatore che operi secondo un determinato disegno, nè di una trascendente tendenza verso uno scopo. Io ho cercato di darne una dimostrazione approfondita e strettamente scientifica nei tre volumi della mia « Filogenia sistematica » (1894). Non farò qui che ricordare brevemente i due grandi esempi che ci sono forniti dalla filogenesi dei metafiti e dei vertebrati. Fra i metafiti formano le felci nell'epoca paleozoica, le gimnosperme nella mesozoica e le angiosperme nella cenozoica il gruppo principale dominante. Fra i vertebrati non appaiono nel sistema siluriano che pesci, solo nel devoniano i dipneusti, nel carbonifero gli anfibii, nel permiano i rettili e nel triasico i primi mammiferi.

Scopi storici. — Dal fatto ora ricordato del progressivo avvicendarsi delle forme che ci è mostrato dalla paleontologia sono state tratte spesso false conseguenze teleologiche. Considerando ogni più recente e più evoluta forma di ciascuna serie come lo scopo predeterminato di questa si vollero vedere nei loro imperfetti predecessori ed antenati degli « stadii preparatorii » pel raggiungimento di questo scopo. In ciò si procedette come fanno molti storici per la storia dei popoli (la cosidetta « storia universale »). Se una speciale razza umana, un popolo, uno Stato, per le sue particolari qualità e per le favorevoli condizioni di sviluppo, raggiunge un alto grado di vita colta, allora lo si celebra come un « popolo eletto » e si considerano i suoi precedenti ed i perfetti stadii evolutivi come stadii preparatorii *voluti* e miranti ad uno scopo. Di fatto però questi dovevano *necessariamente* procedere gli uni dagli altri così come li determinavano da un lato l'interna disposizione (data dall'eredità) e dall'altro le condizioni esterne di esistenza (determinanti l'adattamento). Noi non possiamo riconoscere una determinata missione per un certo scopo nè come predestinazione teistica, nè come panteistica finalità; piuttosto al loro luogo si deve mettere la semplice *causalità* meccanica, intesa in senso di monismo psicomeccanico od ilozoismo.

Onde storiche. — Sebbene la filogenesi degli animali e delle piante, tanto come la storia della coltura umana, rappresenti in complesso una serie ascendente e si elevi da gradi inferiori a gradi superiori, tuttavia osservata da vicino essa ci presenta molteplici oscillazioni. Queste « onde storiche » sono al tutto irregolari: spesso in periodi di regresso permangono per lungo tempo profonde onde rientranti ed allora segue di nuovo improvvisamente una pertinace ascesa verso ad un'alta cresta ondosa. Nuovi, recenti gruppi rapidamente innalzantisi prendono il posto di antichi gruppi in via di estinzione i quali possedevano in sè una maggiore perfezione di struttura. Così, per es., le odierne felci non si possono considerare che un debole residuo dei potenti e varii pteridofiti che nei periodi devoniano e carbonifero formavano il più vistoso elemento delle foreste paleozoiche; esse furono respinte nell'epoca secondaria dai loro gimnospermi epigoni (cicadee e conifere) come questi lo furono nell'epoca terziaria dalle fanerogame angiosperme. Così pure fra i rettili terrestri i moderni lacertilii e serpenti, coccodrilli e cheloni non formano che un debole resto della imponente fauna rettiliana che signoreggiava l'epoca secondaria, dei colossali dinosauri e pterosauri, ittiosauri e plesiosauri. Al loro posto sottentrarono nell'epoca terziaria i minori ma più potenti mammiferi. Nella storia dei

popoli il medio evo cristiano forma una profonda, oscura vallata fra le due luminose altezze dell'antichità classica e della coltura moderna.

Valore della vita delle classi. — Già questi pochi cenni mostrano che le diverse classi ed ordini di viventi paragonati gli uni cogli altri hanno un valore molto diverso. Riguardo all'interno scopo proprio, alla conservazione di sè stessi, tutti gli organismi hanno veramente uguale ragion d'essere ed uguale valore, ma pei loro rapporti cogli altri esseri viventi ed al significato che loro spetta nel gran tutto della natura essi hanno valori molto diversi. Non solo per la loro speciale utilità o per la prevalente forza e massa possono animali e vegetali maggiori affermare per lungo tempo la loro egemonia, ma questa può anche affermarsi pel danno e la venefica azione (batterii, funghi, parassiti, ecc.). Così anche per la storia dei popoli il valore delle diverse razze e nazioni è estremamente ineguale; la piccola Grecia ha più di 2000 anni sono per la sua alta coltura plasmato quasi da sola tutta la vita psichica dell'Europa. Invece le numerose stirpi indiane dell'America si sono bensì in alcune parti (Perù, America Centrale) elevate ad una unilaterale fioritura, ma in complesso sono rimaste inaccessibili ad una coltura superiore.

Valore della vita delle razze umane. — Benchè siano generalmente note le importanti differenze fra le razze umane superiori ed inferiori, esse per lo più sono tuttavia stimate molto al disotto del vero e perciò è falsamente apprezzato il loro diversissimo valore vitale. Ciò che di tanto eleva l'uomo al disopra degli animali, anche dei più prossimi mammiferi, e ciò che rialza infinitamente il valore della sua vita è la *coltura* ed il superiore sviluppo della *ragione* che lo rende atto alla coltura. Questa però è in gran parte proprietà dalle sole razze umane superiori e nelle inferiori non è che imperfettamente o non affatto sviluppata. Gli uomini allo stato di natura (per es. i Veddah, i negri australiani) stanno sotto il rapporto psicologico più vicini ai mammiferi (scimmie, cani) che ai più civilizzati europei; perciò anche il valore della loro vita individuale si deve apprezzare in modo affatto diverso. I concetti che hanno a questo proposito le nazioni côlte europee le quali hanno grandi colonie nei tropici e da secoli vivono in stretto contatto con popoli selvaggi sono molto realistici e molto differenti dai concetti che ancora predominano da noi in Germania. Le nostre idee idealistiche, ridotte dalla nostra saviezza scolastica a regole fisse e costrette dai nostri metafisici nello schema del loro astratto uomo ideale, corrispondono

pochissimo ai fatti reali. Così si spiegano anche molti errori della nostra filosofia idealistica, come pure molti sbagli pratici in cui siamo incappati riguardo alle nostre recenti colonie tedesche; questi si sarebbero evitati se noi possedessimo una più profonda conoscenza dell'inferiorità psichica dei selvaggi (cfr. Gobineau e Lubbock).

Psicologia dei selvaggi. — I gravi errori in cui si aggira da millennii la psicologia dipendono in gran parte dal trascurare i metodi comparativi e genetici e dall'applicare unilateralmente l'osservazione di se stessi, il metodo introspettivo; in altra parte essi dipendono da ciò che i metafisici hanno scelto per lo più come punto di partenza delle loro ricerche la loro propria evolutissima psiche, cioè l'attività mentale di un uomo côlto e scientificamente istruito, l'hanno posta a rappresentare la psiche umana in generale e su essa hanno costrutto uno schema ideale. Il distacco tra questa psiche pensante dell'uomo côlto e la non pensante psiche animale dei selvaggi è tuttavia grandissimo, maggiore di quello che sta fra quest'ultima e la psiche del cane. Il Kant avrebbe evitato molti errori della sua filosofia « critica » ed avrebbe tralasciato di stabilire molti gravi dogmi (per es. l'immortalità dell'anima e l'imperativo categorico) se egli avesse studiata a fondo e comparativamente la psiche inferiore dei popoli allo stato di natura e ne avesse derivato filogeneticamente quella dei popoli côlti.

La straordinaria importanza di questa comparazione non fu rettamente riconosciuta che in tempi recentissimi (da Lubbock, Romanes ed altri). Fritz Schultze (Dresda) fece nel 1900 nella sua interessante « Psicologia dei selvaggi » il primo meritevolissimo tentativo di una « caratteristica psicogenetica del selvaggio sotto l'aspetto intellettuale, estetico, etico e religioso »; così egli ci dà pure una « Storia naturale della creazione, del modo di concepire, di volere e di credere dell'uomo ». Nel primo libro di quest'opera importante si tratta del pensare, nel secondo del volere del selvaggio, nel terzo del suo concetto religioso del cosmo o dell'« evoluzione naturale della religione » (feticismo, animismo, venerazione dei corpi celesti). In un'appendice al secondo libro Fritz Schultze tratta il difficile problema dell'etica evoluzionistica e si appoggia alla preziosa grande opera di Alessandro Sutherland: « Sull'origine e sull'incremento dell'istinto morale » (Londra 1898). Quest'ultimo divide l'umanità riguardo ai diversi gradi di coltura e stadii dell'evoluzione psichica (non secondo l'affinità delle razze!) in quattro grandi classi: I. Selvaggi (uomini allo stato di natura); II. Barbari (semiselvaggi); III. Popoli civili; IV. Popoli côlti. Poichè questa classificazione di Sutherland non solo rende

molto più facile il farsi un concetto sommario delle molteplici forme di sviluppo intellettuale, ma ha anche speciale importanza per la questione del loro valore vitale, io cito qui brevemente quel che v'ha di più importante nelle sue ottime caratteristiche delle quattro classi.

Uomini allo stato di natura o selvaggi. — Il loro nutrimento consiste in prodotti naturali greggi (frutti e radici di piante, animali selvaggi di ogni specie). Il più sono dunque cacciatori e pescatori. Agricoltura ed allevamento del bestiame sono ancora ignoti. Essi vivono isolati in singole famiglie o sparsi in piccole orde, non hanno ancora dimore fisse. I più bassi e antichi selvaggi, per la conformazione del corpo ed il modo di vita, si rannodano ancora molto strettamente agli antropoidi dai quali essi si sono originariamente svolti. Come tre ordini di questa classe si possono distinguere selvaggi inferiori, medii e superiori.

I. A. *Selvaggi inferiori.* — I più affini alle scimmie, *pigmei* di bassa statura, alti da 4 piedi a 4 $^1/_2$ (raramente 4 $^3/_4$), le femmine talora solo da 3 piedi a 3 $^1/_2$. Tutti con capelli lanosi e naso piatto, di pelle nera o bruno-scura, con addome proeminente, gambe affusate, secche e brevi. Senza abitazioni, viventi in foreste e caverne, in parte sugli alberi, migranti in piccole famiglie di 10-40 persone; nudi, senza abiti o solo con rudimenti primitivi di copertura. Fra le basse stirpi odierne appartengono a questi i Veddah di Ceylon, i Semanghi della penisola malese, i Negritos delle Filippine, gli abitatori delle Andamane, i Kimos di Madagascar, gli Akka della Guinea ed i Boschimani dell'Africa Australe. Altri sparsi residui di questi antichissimi nani negroidi, che si rannodano direttamente agli antropoidi, vivono anche disseminati nelle foreste primitive delle isole di Sunda (Borneo, Sumatra, Celebes).

Il valore della vita di questi selvaggi inferiori è pari a quello degli antropoidi o gli è di poco superiore. Tutti i viaggiatori recenti che li hanno osservati accuratamente nella loro patria e che hanno esattamente studiato la loro conformazione corporea e le loro funzioni psichiche, concordano unanimemente in questo giudizio. Si confronti la particolareggiata descrizione data dai due Sarasin nella loro grande opera sui Veddah di Ceylon (brevemente riassunta nelle mie « Lettere di viaggio nell'India », 4ª ediz., pag. 353). I loro soli interessi sono la nutrizione e la riproduzione, e ciò nella stessa semplice forma che noi ritroviamo anche negli antropoidi (cfr. capitoli XV e XXIII della mia « Antropogenia »). Gli stessi caratteri presentavano verosimilmente i nostri proprii antenati 10.000 e più anni fa. Basandosi sui resti fossili di uomini preistorici Giulio Kollmann ha reso molto probabile che simili stirpi nane (di una statura media di 4 piedi e $^1/_2$) formassero allora la popolazione preponderante d'Europa.

I. B. *Selvaggi medii.* — Di statura alquanto più elevata dei selvaggi inferiori e alquanto meno pitecoidi, alti in media piedi 5-5 $^1/_2$. Le loro dimore si riducono a cavità rocciose e tettoie di riparo contro il vento e la pioggia. Sebbene essi conoscano dei cinti ed altri principii di vestimento, tuttavia i due sessi van per lo più nudi; essi possiedono armi primitive di legno e pietra e rozze canoe, migrano in orde di 50-200 e non hanno ancora alcuna organizzazione sociale; però certe costumanze hanno valore di legge. A questi appartengono i negri australiani e tasmaniani, gli Aino del Giappone, gli Ottentotti, infine gli abitanti della Terra del Fuoco, i Macas e alcune stirpi selvaggie del Brasile. Il valore della loro vita non si eleva che di poco al di sopra di quello dei selvaggi inferiori.

I. C. *Selvaggi superiori.* — Per lo più di statura media comune (nelle zone fredde più piccola), sempre con abitazioni semplici (sebbene per lo più con sole capanne di pelli o di corteccie). Indumenti primitivi sempre in uso. Buone armi di pietra, bronzo o rame. Essi emigrano in orde di 100-500 che son condotte da capi rispettati ma non governanti e cominciano a mostrare differenze di rango. L'ordinamento della vita è determinato da costumi ereditarii della tribù. Ad essi appartengono molti abitatori primitivi dell'India (Todas, Nagas, Kurumbas, ecc.), poi i Nicobari, Samoiedi e Kamsciadali; in Africa i negri Damara; finalmente il più delle stirpi indiane del Nord- e Sud-America. Il valore della loro vita sorpassa quello dei pitecoidi selvaggi inferiori e medii, ma non giunge ancora a quello dei barbari.

II. **Popoli barbari o semiselvaggi.** — La massima parte della loro nutrizione consiste in prodotti naturali che essi rendono previdentemente utilizzabili, perciò sono più o meno sviluppati l'allevamento del bestiame e l'agricoltura. La divisione del lavoro è ancora poca, poichè ciascuna famiglia provvede da sè ai suoi bisogni. Per solito durante tutto l'anno v'è sovrabbondanza di nutrimento. In seguito a ciò cominciano a svilupparsi le arti. In contrapposto ai nomadi ed erranti selvaggi i barbari hanno per lo più dimore fisse.

II. A. *Barbari inferiori.* — Abitazioni, semplici capanne, per lo più raggruppate stabilmente in villaggi e circondate da piantagioni. Abiti portati regolarmente, ancora molto semplici; uomini, nei climi caldi, spesso nudi, con cinto. Ceramica e camini, strumenti di pietra, legno, osso. Incipiente commercio e scambio. Stirpi di 1000-5000 anime, atte a formare riunioni maggiori; differenze di grado basate sul valore guerresco. I capi governano secondo leggi tradizionali. A questi appartengono nell'Asia molti abitatori primitivi dell'India (Mundas, Gonds, Paharias, Bheels, ecc.), i Daiacchi di Borneo, Batacchi di Sumatra, Tongusi, Kirghisi, ecc.; in Africa i Cafri, Betschuani, Basutos; in Australia gli aborigeni della Nuova Guinea, Nuova Caledonia, delle Nuove Ebridi, della Nuova Zelanda, ecc.; finalmente, in America gli Irochesi e Tlinkets, gli abitatori del Nicaragua e del Guatemala.

II. B. *Barbari medii.* — Abitazioni buone e durevoli, per lo più di legno e coperte di canne o paglia, riunite in grandi città. Abiti decorosi, sebbene la nudità non si abbia per indecente. Ceramica, tessitura, lavorazione dei metalli abbastanza sviluppate. Commercio su mercati regolari con uso di moneta. Stati retti da re seguendo leggi tradizionali, con distinzioni fisse di gradi, comprendenti fino a 100.000 persone. Qui si annoverano in Asia i Calmucchi, in Africa molte stirpi di negri (Ascianti, Fanti, Fellah, Scilluk, Mombuttù, Ovampo, ecc.), in Polinesia gli abitatori delle isole Figi, Tonga, Samoa e Marchese. In Europa appartenevano ai barbari medii, ancora fino a 200 anni fa, i Lapponi, 2000 anni fa gli antichi Germani; i Romani prima di Numa, i Greci dei tempi omerici.

II. C. *Barbari superiori.* — Abitazioni sono per lo più solide case di pietra. Necessario l'abbigliamento, la tessitura occupazione permanente delle donne, lavorazione dei metalli molto sviluppata, uso abituale di arnesi di ferro. Commercio limitato con oro monetato, piccoli battelli a remi. Rozzi giudizi in fissi tribunali; inizii di scrittura. Popoli numerosi con progredita divisione di lavoro e distinzioni ereditarie di gradi, comprendenti sino a un mezzo milione di anime sotto un autocrate. Ad essi appartengono in Asia il più dei Malesi (nelle grandi isole sondaiche e nella penisola di Malacca); poi le stirpi nomadi dei Tatari, Arabi, ecc.; in Polinesia gli isolani di Tahiti e delle Hawai; in Africa i Somali ed Abissini, gli abitatori del Zanzibar e di Madagascar. Fra i popoli storici appartennero ai barbari superiori

i Greci dell'età di Solone, i Romani al principio della repubblica, gli Ebrei sotto i giudici, infine gli Anglo-Sassoni dell'Eptarchia, i Messicani e Peruviani al tempo della conquista spagnuola.

III. **Popoli civili** (popoli civilizzati del quadruplice sistema di Sutherland). — Il nutrimento e tutto il cresciuto occorrente per la vita vengono acquistati facilmente in seguito alla molto progredita divisione del lavoro ed al perfezionamento degli utensili. Le arti e le scienze giungono in seguito a ciò ad alto e sempre crescente sviluppo. La crescente specializzazione determina una gran perfezione delle singole funzioni, ma in pari tempo anche un notevole rafforzamento dell'intero organismo dello Stato, poichè tutti sono reciprocamente dipendenti l'uno dall'altro. I cittadini (*cives*) giungono al concetto che essi si devono sottomettere alle leggi dello Stato (*civilitas*).

III. A. *Civili inferiori.* — Città con mura di pietra; notevoli opere architettoniche in pietra; uso dell'aratro nell'agricoltura. La guerra è l'occupazione di una determinata classe. La scrittura è finalmente stabilita; rozzi libri di leggi, fissi tribunali. La letteratura comincia a svilupparsi. Qui si annoverano in Asia gli abitatori del Tibet, Butan, Nepal, Laos, Annam, della Corea, i Mancesi, gli Arabi sedentarii e i Turcomanni; in Africa gli Algerini, Tunisini, Mori, Cabili, Tuareg, ecc. Dei civili storici appartenevano a questo gruppo gli antichi Egizi, i Fenici, Assiri, Babilonesi, gli Ebrei del tempo di Salomone, i Cartaginesi, i Greci dopo Maratona, i Romani al tempo d'Annibale, gli Inglesi sotto i re normanni.

III. B. *Civili medii.* — Bei templi e palazzi costrutti di pietra e mattoni. Vengono in uso le finestre, come pure i battelli a vela. Il commercio si espande. Vengono in uso generale la scrittura ed i libri scritti, è curata l'istruzione letteraria della gioventù. La milizia è più sviluppata, come pure l'esatta giuristica e l'avvocatura. Qui si annoverano in Asia i Persiani, Afgani, Birmani e Siamesi; in Europa i Finni e Magiari del secolo XVIII. Dei popoli civili della storia sono da attribuirsi a questo gruppo: i Greci del tempo di Pericle, i Romani della repubblica inoltrata, gli Ebrei sotto la dominazione macedone, la Francia sotto i primi Capetingi, l'Inghilterra sotto i Plantageneti.

III. C. *Civili superiori.* — Case di pietra son d'uso generale; strade lastricate, fumaiuoli, canali, mulini a vento e ad acqua. Inizii di scientifica navigazione e strategia. La scrittura bisogno generale, molto diffusi i libri scritti, letteratura molto stimata. Il Governo molto centralizzato comprende popoli di 10 e più milioni. Libri di leggi costituite sono pubblicati ufficialmente ed applicati da tribunali di diverse istanze. Numerosi impiegati governativi hanno grado esattamente determinato. Qui si annoverano in Asia i Cinesi, Giapponesi e Indù, poi i Turchi; nella America Meridionale le diverse repubbliche, ecc. Storicamente si annoverano qui i Romani dell'epoca cesarea, gli Italiani, Francesi, Inglesi e Tedeschi del secolo XV.

IV. **Popoli cólti.** — Il nutrimento e ogni altro bisognevole vengono prodotti artificialmente in quantità e nel modo più facile, sostituendo con forze naturali l'opera umana. Crescendo in pari tempo l'organizzazione dello Stato e rendendosi così possibile una più perfetta cooperazione di tutte le forze sociali, l'uomo giunge così a sviluppare liberamente e in alto grado le sue attitudini intellettuali ed estetiche. La tipografia è dovunque in uso, l'educazione della gioventù uno dei più importanti doveri. La guerra perde importanza; il grado e la celebrità dipendono meno dal valore guerresco che dalle doti spirituali. La legislazione è influenzata

dalla rappresentanza popolare. Arti e scienze vengono sempre più promosse per cura del governo.

Tre gradi di popoli cólti. — Come per le tre classi precedenti dei popoli selvaggi, barbari e civili, così anche nella quarta classe, nei popoli côlti, distingue Alessandro Sutherland tre gradi di sviluppo di popoli inferiori, medii e superiori. Egli annovera al primo grado, ai popoli côlti inferiori, « le nazioni dominanti di Europa e i loro derivati, come gli abitanti degli Stati Uniti dell'America del Nord », ed applica ad essi soli la predetta denominazione. Del secondo grado, dei popoli côlti medii, egli dà un « programma che forse fra 400-500 anni sarà raggiunto », con questa definizione: « Tutti gli uomini si nutrono e alloggiano bene; la guerra vien bensì generalmente condannata, ma eventualmente avviene ancora. Piccoli eserciti e flotte di tutte le nazioni esercitano insieme una specie di polizia mondiale; commercio e fabbriche si sviluppano secondo il punto di vista morale della simpatia; l'educazione intellettuale è generale; rari i delitti e le punizioni ». Del terzo grado, degli uomini côlti superiori, Sutherland dice solo: « Oggetto troppo arrischiato di predizione che forse si farà ancora aspettare 1000 o 2000 anni ». La distinzione di questi tre gradi di coltura ci sembra troppo indeterminata e insufficiente in quanto che il grandioso progresso del secolo XIX di fronte ai precedenti non risulta adeguatamente. Mi sembra più opportuno distinguere provvisoriamente nella storia recente della coltura i seguenti tre periodi: primo, secoli XVI-XVIII; secondo, secolo XIX; terzo, secolo XX ed avvenire.

IV. A. *Popoli côlti inferiori* (in Europa nei secoli XVI a XVIII). — Al principio di questo periodo, nelle prime età del secolo XVI, si prepara il completo sviluppo della vita psichica, il quale è provocato dai seguenti grandi avvenimenti: 1° il sistema cosmico di Copernico (1543) sostenuto da Galileo (1592); 2° la scoperta dell'America per opera di Colombo (1492) e delle Indie orientali per opera di Vasco di Gama (1498), la prima circumnavigazione del globo per opera di Magellano (1520); la prova empirica così fornita della sfericità della terra; 3° la liberazione della vita spirituale europea dal giogo del papismo romano per opera di Martin Lutero (1517) e la repressione delle dominanti superstizioni prodotta dallo espandersi della Riforma; 4° il nuovo rigoglio della ricerca scientifica indipendentemente dalla scolastica e dalla chiesa e dalla dominante filosofia d'Aristotile, la fondazione della scienza sperimentale per opera di Bacone da Verulamio (1620); 5° l'ampia diffusione delle conoscenze scientifiche per mezzo della stampa (Gutenberg, 1450) e della xilografia. Per questi ed altri grandi progressi contemporanei fu iniziata nel secolo XVI la moderna coltura che si elevò presto molto al disopra della prima dominante barbarie medioevale. Però la sua portata si limitò dapprima a strette cerchie, poichè nella vita politica e sociale rimase ancora predominante l'arretrata civiltà del medioevo, inoltre la lotta contro le superstizioni e la ragionevolezza non fecero che lenti progressi. Un grandioso sviluppo in questi campi pratici lo portò solo la rivoluzione francese (1792).

IV. B. *Popoli côlti medii.* — Come tali noi designiamo le nazioni dominanti di Europa e dell'America del Nord nel secolo XIX. Il grandioso progresso che distingue questo « secolo delle scienze naturali » di fronte a tutti quelli che lo precedettero nella vita intellettuale dell'umanità noi lo troviamo sopratutto nei seguenti avvenimenti: 1° Approfondimento e sperimentale consolidazione di molti nuovi rami delle scienze naturali; fondazione della teoria cellulare (1838), della legge dell'energia (1845) e della teoria dell'evoluzione (1859). 2° Pratica applicazione di queste teoriche conoscenze naturali a tutti i rami della tecnica e dell'industria. 3° E sopratutto:

cambiamento di valore del tempo e dello spazio per lo straordinario acceleramento delle comunicazioni (piroscafi, ferrovie, telegrafi, elettrotecnica). 4° Sviluppo della filosofia monistica e realistica di fronte all'indirizzo dualistico e mistico prima dominante. 5° Crescente autonomia del popolo per la partecipazione delle rappresentanze popolari al governo e alla legiferazione; distruzione delle erronee dottrine dei « regnanti per grazia di Dio ». Nuova distribuzione degli stati sociali. Certamente questi grandi progressi della coltura, dei quali noi, figli del secolo XIX, dobbiamo essere fieri, sono ancora molto lungi dall'aver raggiunto quel generale valore che sarebbe desiderabile, piuttosto essi sono ancor sempre in aspra lotta con gli arretrati concetti colturali e la manìa dominatrice del più dei governi e delle chiese loro alleate, col dominante militarismo e con invecchiati e rispettati malcostumi d'ogni sorta.

IV. C. *Popoli côlti superiori.* — La superiore coltura verso la quale noi cominciamo ora a muoverci dovrà sempre tenere davanti agli occhi lo scopo di assicurare a tutti gli uomini la maggior possibile felicità, cioè una lieta esistenza. La morale perfezionata, sciolta da ogni dogma religioso e basata sulla chiara conoscenza delle leggi naturali, ci insegna l'antica saviezza dell'aurea regola (« Problemi dell'universo », cap. XIX) colle parole del Vangelo: « Ama il tuo prossimo come te stesso ». La ragione ci conduce all'opinione che uno Stato, quanto è possibile perfetto, deve in pari tempo procacciare ad ogni singolo individuo che gli appartenga la maggior somma possibile di felicità. Il ragionevole equilibrio fra l'amore di se stessi e l'amore del prossimo, fra l'egoismo e l'altruismo, diventa lo scopo della nostra etica monistica. Molti costumi barbarici e molti antichi usi che ancora presentemente sembrano indispensabili: guerra, duello, dogmi ecclesiastici, ecc., spariranno. Gli arbitrati basteranno per appianare tutte le questioni di diritto fra i popoli come fra gli individui. L'interesse capitale dello Stato non consisterà più, come adesso, nello sviluppo di una forza militare più forte che sia possibile, ma invece in un'educazione più perfetta della gioventù basata sulla più estesa conoscenza delle arti e delle scienze. Il perfezionamento della tecnica, basato su nuove scoperte della fisica e della chimica, potrà bastare in generale a tutti i bisogni della vita; la sintesi artificiale dell'albumina darà a tutti ricco nutrimento. Una ragionevole riforma dei rapporti coniugali darà assetto più felice alla vita di famiglia.

Valore della vita côlta. — I brutti lati della nostra vita côlta moderna che ciascuno sente più o meno intensamente sono stati chiaramente esposti da Max Nordau nelle sue « Menzogne convenzionali dell'umanità côlta »; essi si potranno in gran parte migliorare quando la *ragione*, basata su un chiaro concetto monistico del cosmo, farà meglio valere i suoi diritti nella vita pratica e respingerà i malcostumi ancor dominanti i quali poggiano su antichissimi dogmi. Ma malgrado ogni ombra i lati luminosi della coltura moderna sono così prevalenti che noi possiamo guardare con speranza e fiducia nel futuro. Noi non abbiamo che a guardare un mezzo secolo indietro e confrontare le nostre moderne condizioni di vita con quelle d'allora per convincerci dei grandi vantaggi dei progressi della moderna coltura. Se noi consideriamo il nostro Stato côlto come un organismo superiormente sviluppato (come un « individuo sociale di ordine

superiore ») e paragoniamo i suoi cittadini alle cellule di un metazoo superiore, allora la differenza tra l'odierno Stato côlto e le rozze unioni familiali dei selvaggi non ci appare minore di quella che sta fra un metazoo superiore (per es. un vertebrato) ed un cenobio di protozoi. Da un lato la progredita divisione di lavoro dell'individuo sociale, dall'altro la centralizzazione della società rendono atto il corpo sociale a funzioni molto più alte che non il corpo solitario ed elevano in alto grado il suo valore vitale. Per convincercene metteremo a raffronto da un lato il valore *individuale*, dall'altro il valore *sociale* della coltura nei cinque campi principali di attività vitale, nella nutrizione e riproduzione, nel movimento, nella sensazione e nella vita psichica.

Valore personale della nutrizione colturale. — Al primo bisogno di qualunque organismo individuale, quello della conservazione di se stesso, viene nel moderno Stato côlto provveduto in guisa molto più perfetta che non in tutte le precedenti condizioni di vita. Il selvaggio si contenta dei rozzi prodotti naturali che gli forniscono la caccia e la pesca, la raccolta di frutti selvaggi e radici. Solo più tardi si sviluppa l'allevamento del bestiame e l'agricoltura. Ma molti gradi di barbarie e di civiltà devono passare prima che le condizioni della nutrizione, dell'abitazione e del vestire permettano la sicura, comoda esistenza dell'uomo côlto collegando l'indispensabile nutrizione con interessi estetici e spirituali.

Valore sociale della nutrizione colturale. — Nella stessa misura come la nutrizione e la sussistenza dei singoli individui, così anche quelle della riunione sociale a Stato han fatto colla coltura straordinarii guadagni. I progressi della chimica e dell'agricoltura hanno anzitutto resa possibile la produzione dei mezzi di nutrimento sufficienti per grandi agglomerazioni umane. Le facili e rapide comunicazioni per mezzo delle ferrovie e dei piroscafi permettono una uguale distribuzione di essi su tutta la terra. La medicina ed igiene scientifica ha trovato numerosi mezzi per diminuire i pericoli di malattia e per evitare profilatticamente la loro produzione. Con bagni pubblici, palestre ginnastiche, cucine popolari, giardini pubblici, ecc., vien curata la salute delle più ampie sfere di popolo. La disposizione delle moderne abitazioni, il loro riscaldamento e la loro illuminazione si sono straordinariamente migliorati. La moderna politica sociale si sforza sempre più, per mezzo di istituti di beneficenza d'ogni specie, di rendere accessibili questi benefizi della coltura anche alle basse classi sociali. Società filantropiche si sforzano di sovvenire a molti bisogni materiali e morali di singole classi della società. Certamente all'ulteriore perfezionamento delle condizioni nazionali di nutrizione rimane

ancora aperto un grande campo d'attività. Ma in complesso non si può negare che le condizioni della nutrizione nei moderni Stati côlti non segnino un grandioso progresso su quelle del medioevo ed ancor più su quelle della precedente barbarie.

Valore personale della riproduzione colturale. — In nessun altro campo della fisiologia ci colpisce tanto l'alto valore dell'affinata coltura e l'enorme distanza che la separa dalle antiche condizioni dei selvaggi come nella misteriosa « meraviglia biologica » della riproduzione, della conservazione della specie. Il soddisfacimento del potente impulso sessuale il quale la rende possibile sta ancora nel più dei selvaggi e presso molti barbari allo stesso basso livello come nelle scimmie ed altri mammiferi. La femmina è semplicemente per l'uomo un bramato oggetto di piacere od, oltre a ciò, ancora una schiava senza diritti, la quale come qualsiasi altra proprietà viene comprata e venduta. Solo lentamente e gradatamente cresce il valore di questo possesso e raggiunge nel matrimonio regolato una maggior garanzia di costanza; la vita di famiglia diventa pei due coniugi una sorgente di più elevato e squisito godimento della vita. Col progressivo sviluppo della civiltà il valore di essa cresce costantemente; i privilegi della donna son sempre maggiormente riconosciuti ed a lato dell'amore sensuale incomincia a svilupparsi l'intimo commercio delle anime dei due coniugi. Il comune pensiero per la cura e l'educazione della progenitura, che sussiste già presso molti animali come neomalia (cura della prole), conduce ad uno sviluppo molteplicemente vario della vita di famiglia e della scuola. Ma solo col superiore sviluppo sociale incomincia quell'affinamento dell'amore sessuale che trova il suo più completo appagamento non già nella passeggera ebbrezza dell'accoppiamento, ma nella reciprocanza spirituale dei due sessi e nella costante, intima convivenza psichica. Allora il bello si collega col buono e col vero in un'armoniosa trinità. L'*amore* è perciò già da migliaia d'anni diventato la più copiosa sorgente di estetica nobilitazione dell'uomo sotto tutti gli aspetti; da questa sorgente hanno attinto il loro nutrimento senza esaurirla tutte le arti: poesia e musica, pittura e scoltura. Ma per il singolo individuo dell'umanità côlta superiore l'amore colturale non ha solo raggiunto un grandissimo valore perchè con esso venga soddisfatto nella più pura e nobile forma il naturale ed indomabile impulso sessuale, ma anche perchè la reciproca influenza dei due sessi, il loro vicendevole completamento ed il godimento comune dei più alti beni ideali agiscono in modo altamente nobilitante sullo stesso carattere individuale. Un matrimonio veramente buono e felice (come per vero non è oggi molto frequente) deve dunque dal punto di vista psicologico come da quello

meramente fisiologico essere considerato come lo scopo più degno di essere ambìto per ogni individuo appartenente alla superiore umanità côlta.

Valore sociale della riproduzione colturale. — Poichè il nobilitato coniugio è il miglior modo di funzione della famiglia e perciò è la più solida base della funzione degli Stati, così è pure senz'altro evidente il suo alto valore sociale. L'amorosa inclinazione ed il sacrificio reciproco dei due sessi rispondono nella più ampia misura all'aurea regola dell'etica, all'equilibrio fra egoismo ed altruismo. A tal proposito osserva molto giustamente Fritz Schultze nella sua « Psicologia comparata » (II parte, 1897, pag. 97): « Noi non dobbiamo cercare la causa di quest'altruismo nel campo trascendente del sopranaturale od in altra qualsivoglia astrazione metafisica, piuttosto noi dobbiamo anche qui riportarci alle più reali proprietà naturali della vita organica, e qui non può esser dubbio che solo l'*impulso sessuale* organico fisicamente e psichicamente motivato sia la sorgente originaria ed eterna di ogni amore per quanto spirituale e perciò di tutti i sensi della vera etica poggiante su quei sentimenti di simpatia. Due impulsi primitivi sono proprii ad ogni essere organico: quello della propria conservazione e quello della conservazione della specie. Quello è il movente imperioso dell'egoismo, questo è la molla dell'altruismo; da quello sgorgano tutti i sentimenti e gli intendimenti ostili, da questo tutti gli amorevoli. Ciascun essere vuol dapprima per amore della sua propria conservazione nutrirsi e proteggersi; ma presto si sveglia in lui il magico istinto della conservazione della specie; egli sente l'impulso sessuale e crede nel soddisfacimento di esso di non appagare che la sua egoistica voglia. In ciò egli si sbaglia; in realtà egli non serve a sè stesso ma al tutto, alla specie, al genere. La fiamma dell'amore arde in lui e per quanto quest'amore possa dapprima essere sensuale, questo nuovo senso è un senso di innegabile solidarietà e di reciproca comunione e previdenza il quale non ha solo in vista il suo proprio bene ma quello degli altri, che solo nel bene dell'altro trova il proprio bene. E se questo senso dapprima non nasce che fra i due genitori e li collega durevolmente, esso poi si allarga quando vengano a vita i generati e si trasmette quale amor paterno ai figli. Così dall'*impulso sessuale* della conservazione della specie, il quale ha ugualmente salda la base fisica e la psichica, si svolge l'*amore*, come amore coniugale, come amore filiale e paterno, e come amore del prossimo. L'egoismo senza riguardi va con abnegazione lieta di sacrificarsi sino all'abbandono della propria vita per i nati; in questo amore familiare organicamente e materialmente fondato e nel sentimento della famiglia che da esso risulta hanno radice

tutte le tendenze simpatiche e veramente etiche, altruistiche; di qui solo esse si riportano su più ampia cerchia. A ragione dunque si deve considerare la famiglia come la sorgente fondamentale di ogni sentimento veramente morale; ma non solo nel mondo umano; lo stesso vale ad ugual diritto anche pel regno animale ». Il prevedibile nobilitamento della vita di famiglia per opera della superiore coltura dell'avvenire darà nuove prove in favore di questo concetto.

Valore personale della locomozione colturale. — Se noi ora diamo uno sguardo ai vantaggi dei mezzi moderni di locomozione dell'uomo acquistati colla coltura raffrontandoli alle semplici forme di locomozione dei selvaggi, potremo dapprima ricordare che i più antichi uomini, come gli antropoidi loro diretti antenati, facevano vita arborea e solo gradatamente presero a camminare sul suolo. Solo parte dei selvaggi superiori cominciò a domare il cavallo e ad utilizzarlo come cavalcatura. Molti abitatori delle coste e delle isole incominciarono per tempo a costrurre canoe per navigare. Solo più tardi i barbari inventarono i carri ed ancora molto più tardi i popoli civili costrussero strade e migliorarono i trasporti per mezzo dei carri. Ma solo il secolo XIX ci portò l'incalcolabile progresso della locomozione rapida e comoda che dobbiamo alle ferrovie ed ai piroscafi. Per essi tutto il commercio umano è stato fondamentalmente trasformato ed ancora negli ultimi decennii si è acquistato un nuovo momento di accelerazione per i sorprendenti progressi dell'elettrotecnica. I nostri concetti moderni di tempo e di spazio sono diventati tutt'altri da quelli che erano pei nostri padri 60 anni sono e 90 anni fa per i nostri nonni. Noi percorriamo col treno diretto nello spazio d'un'ora una tratta che per le corriere richiedeva un tempo quintuplo e decuplo per il pedone. Anzi le prove colla ferrovia elettrica di Berlino hanno ultimamente mostrato che noi siamo in grado di far più di 200 chilometri all'ora. Il viaggio dall'Europa alle Indie lo compiamo ora in tre settimane, mentre una volta un bastimento a vela vi impiegava altrettanti mesi. Il colossale *guadagno di tempo* che così raggiungiamo significa un corrispondente e prezioso *allungamento della nostra vita.* Lo stesso dicasi per le accelerate forme di locomozione che noi dobbiamo alle automobili, ai velocipedi, ecc. Il pieno valore di questo enorme progresso della coltura è facilmente riconosciuto da chiunque, esso non è però rettamente apprezzato che da colui che ha vissuto per lungo tempo in una landa incolta, senza strade carrozzabili o fra selvaggi che per la locomozione non possono ricorrere che alle loro gambe.

Valore sociale della locomozione colturale. — Il valore dei moderni progressi della locomozione non ha per lo Stato minor valore che

per i singoli individui. Se noi consideriamo lo Stato come un organismo unitario d'ordine superiore, allora lo sviluppo delle sue comunicazioni corrisponde per molti riguardi a quello della circolazione del sangue entro ad ogni singolo individuo vertebrato. Il trasporto facile, rapido e poco costoso dei mezzi di vita dal centro alle più remote parti del territorio, il corrispondente sviluppo della rete ferroviaria e delle vie di navigazione sono sino ad un certo punto da considerarsi come un indice diretto del grado di coltura. Si aggiunga ancora l'acquisto che si fa di un gran numero di impieghi i quali a migliaia di persone provvedono una sicura posizione ed adeguati mezzi di vita.

Valore personale dei mezzi colturali di sensazione. — Se noi confrontiamo il vasto campo dell'attività sensoria degli uomini côlti con quella molto più semplice dei selvaggi noi dobbiamo dapprima prendere in considerazione le funzioni degli organi esterni di senso e poi gli interni processi sensorii che si compiono nella corteccia cerebrale. Riguardo a queste due sorta di attività sensorie Fritz Schultze nella sua « Psicologia dei selvaggi » (1900, pag. 21-45) ha recentemente e con ragione osservato che il selvaggio è un uomo di senso mentre l'uomo côlto è un uomo psichico. Se noi ricordiamo che le nostre funzioni psichiche superiori, le vere funzioni psichiche centrali (senso e volontà, immaginazione e pensiero) sono anatomicamente legate al fronema (agli organi pensanti della corteccia cerebrale) mentre l'interna percezione sensoria è legata al sensorio centrale (ai centri di senso che ne fanno parte), noi dobbiamo ammettere che quest'ultima è più sviluppata nei selvaggi mentre le prime sono più sviluppate nell'uomo côlto. L'esterna funzione dei sensi è nei selvaggi quantitativamente più forte, qualitativamente più debole che nell'uomo côlto; ciò vale sopratutto per ciò che è delle più delicate ed intricate funzioni di senso che noi chiamiamo sensazioni *estetiche* e che sono la fonte dell'arte e della poesia. È sopratutto fortemente sviluppata nei selvaggi (molto più che non sia negli uomini côlti) l'acutezza dei *sensi obbiettivi della distanza* (vista, udito, odorato), poichè essi mostrano loro a gran distanza gli oggetti esterni ed i vantaggi o pericoli che con loro sono connessi. Inversamente vanno le cose pei *sensi soggettivi di vicinanza* che sono eccitati dall'immediato contatto dei corpi e che servono sopratutto ai godimenti sensuali: gusto, senso sessuale, tatto e senso termico. Ma in entrambe le sfere dell'attività sensoria l'uomo côlto è infinitamente superiore al selvaggio riguardo alle fine gradazioni e specialmente allo sviluppo estetico. A ciò si aggiunge che la coltura moderna con geniali scoperte ha procurato all'uomo i mezzi di rimediare alla debolezza dei

suoi sensi e di perfezionarli straordinariamente; ricordiamo solo l'ampio campo di conoscenze che fu aperto al nostro occhio dal microscopio e dal telescopio, e gli affinati metodi chimici della culinaria, ecc. Gli squisiti godimenti estetici che ci sono offerti dalle evolutissime arti, arti figurative per l'occhio, arte musica per l'orecchio, arte dei profumi pel naso, arte culinaria per la lingua, pei selvaggi sono in gran parte inconcepibili sebbene essi, per es., a gran distanza vedano, odano e fiutino più acutamente che l'uomo côlto. Anche nel godimento dei sensi di vicinanza (gusto, erotismo, tatto) essi sono atti a rozze sensazioni massiccie, non a fine distinzioni estetiche.

Valore sociale dei mezzi colturali di sensazione. — Come per il valore personale della vita del singolo uomo côlto, così anche pel valore sociale della sua organizzazione civile ha massima importanza l'affinata attività sensoria dei cittadini e l'annesso sentimento estetico. Qui sta in prima linea l'incalcolabile valore delle sviluppatissime arti e scienze, l'apprezzamento ed il promovimento di esse da parte dello Stato e la loro precoce applicazione all'educazione della gioventù. In avvenire dovrebbero dunque i popoli côlti curarsi nell'insegnamento molto più che non facciano ora e sin dalla prima gioventù di acuire i sensi tanto come la ragione e di educare i ragazzi alla precisa osservazione degli oggetti naturali ed alla riproduzione delle loro forme per mezzo di fedeli disegni. Infine dovrebbe nell'educazione essere promosso il sentimento artistico con presentazione di opere d'arte e con esercitazioni estetiche; all'educazione artistica dovrebbe presso all'insegnamento della scienza reale venir dato un più ampio posto e come dovrebbe per mezzo di passeggiate e di viaggi essere svegliato il senso delle bellezze della natura. Allora verrebbero aperte di buon'ora ai ragazzi inesauribili fonti di squisitissimi e nobilissimi godimenti della vita dei quali il rozzo selvaggio non ha ancora alcuna idea.

Valore personale della vita psichica colturale. — L'attività psichica superiore che l'uomo côlto chiama la sua « vita spirituale » e che spesso considera come una specialissima « meraviglia della vita » propria solo dell'uomo non è altro che un grado evolutivo superiore della stessa attività psichica che noi incontriamo nei selvaggi in grado molto inferiore e che questi condividono coi vertebrati superiori. La psicologia comparata ci insegna a conoscere la lunga « scala dell'anima » che io ho stabilita nel VII capitolo dei « Problemi dell'universo » e che dalle semplici anime dei protisti conduce alle incoscienti anime a riflessi ed agli istinti dei metazoi inferiori e da questi alle anime coscienti dei metazoi superiori e dell'uomo. L'anatomia comparata e l'ontogenesi del sistema nervoso han riconosciuto nel sistema

nervoso centrale degli animali superiori l'organo di questa cosciente attività psichica e l'istologia comparata e la patologia del cervello ci ha appreso a conoscere la sua sede speciale nei centri d'associazione della corteccia cerebrale. L'associazione delle idee (o delle dokesi) che ha luogo qui nel fronema, il collegamento delle impressioni e delle sensazioni, il pensiero e gli impulsi della volontà ci mostrano davvero una lunga scala d'evoluzione. Su questa scala l'intervallo fra i più elevati uomini côlti (per es. il genio di un Darwin, di un Laplace, di un Kant) ed un rozzo selvaggio (Akka, Wedda od Australiano) è molto più grande che quello che sta fra quest'ultimo e gli affini antropoidi (orango, scimpanzé, gibbon) od uno degli animali domestici elevati (cane, cavallo, elefante). I bisogni spirituali e le funzioni psichiche degli infimi selvaggi non oltrepassano che di poco il livello di questi ultimi, mentre le immortali produzioni dei nostri grandi eroi del pensiero, filosofi e naturalisti, poeti ed artisti, si elevano senza misura al di sopra di quelli. Specialmente caratteristico è il contrasto fra il pensiero *concreto-sensorio* del selvaggio e quello *concettivo-astratto* dell'uomo côlto. Fritz Schultze nella sua « Psicologia dei selvaggi » (pag. 36-138) ha insistito con ragione su quest'ultima importantissima differenza. Non occorre altra spiegazione per poter misurare in seguito a ciò l'alto valore personale che ha la vita allo stato di coltura per l'attività mentale di ogni singolo individuo côlto. Basta ricordare quali immensi tesori spirituali siano a disposizione di ciascuno di noi al termine del secolo XIX, tesori della cui estensione e profondità i nostri avi al principio di esso non potevano ancora avere alcun presentimento.

Valore sociale della vita psichica colturale. — Nella stessa misura come ogni singolo uomo côlto ha avuto nel XIX secolo un insperato elevamento nel valore personale della sua vita in grazia ai progressi fatti dalla coltura in tutti i campi, anche il moderno Stato côlto è sotto molti aspetti potentemente progredito. Il collegamento delle numerose scoperte fatte in tutti i campi delle scienze naturali e della tecnica, l'associazione dei progressi fatti nel mondo del commercio e delle industrie in tutte le arti e scienze, dovettero naturalmente portare anche con sè nello Stato côlto un superiore sviluppo di tutta l'attività psichica. Mai, dacchè mondo è mondo, la vera scienza e la *conoscenza della natura* che è la sua base essenziale sono state ad una così stupefacente altezza come ora, al principio del secolo XX. Mai lo spirito umano penetrò così profondamente nei più tenebrosi misteri della natura o salì a così alte concezioni teoriche circa l'unità di essa od applicò così molteplicemente queste conoscenze alla *tecnica* ed alla pratica della vita umana, come al presente. Questi

brillanti trionfi dell'uomo côlto sono tuttavia solo divenuti possibili pel fatto che le diverse forze cooperarono suddividendosi largamente il lavoro e che le più potenti nazioni côlte fanno lodevolmente a gara per mettere i loro larghi mezzi a servizio di questi grandi scopi.

Frattanto noi siamo pur sempre molto lontani dall'aver realmente raggiunti questi fini. L'organizzazione sociale del nostro Stato côlto è solo in parte così sviluppata, in altra parte è rimasta molto indietro. Pur troppo è sempre vera la parola di Alfredo Wallace che io citai nel capitolo I dei « Problemi dell'universo » (pag. 8): « A paragone dei nostri stupefacenti progressi nelle scienze fisiche e nella loro pratica applicazione, il nostro sistema di governo, di giustizia amministrativa, di coltura nazionale e tutta la nostra organizzazione sociale e morale rimangono allo stato di barbarie ». I popoli côlti superiori nel corso del secolo veniente supereranno gradatamente questo stato solo a patto che essi a norma del loro comportarsi mettano la *ragione* pura al posto della cieca fede e della tradizionale autorità, a patto che essi imparino finalmente ad intendere bene il « posto dell'uomo nella natura ».

Apprezzamento della vita umana. — Se noi riassumiamo quanto risulta dal rapido colpo d'occhio che abbiamo gettato sul progressivo accrescimento di valore che ha subìto la vita umana per effetto dei progressi della coltura, non può esser dubbio che tanto il valore personale come il valore sociale del moderno uomo côlto sia divenuto enormemente superiore a quello dei suoi selvaggi antenati. La nostra moderna vita côlta è infinitamente ricca di altissimi interessi spirituali che dipendono dall'alto livello delle arti e delle scienze. Noi viviamo tranquillamente e comodamente in ordinate riunioni sociali che garantiscono alla persona ed alla proprietà una sicurezza senza fastidi. La nostra vita personale è le cento volte più bella, più lunga e preziosa che quella dei selvaggi, perchè essa è cento volte più ricca di molteplici interessi, avvenimenti, esperienze e godimenti. Per vero anche nella vita sociale la gradazione del valore della vita è straordinariamente grande. Infatti quanto più progredisce nello Stato côlto, in seguito alla necessaria divisione di lavoro, il differenziamento delle condizioni e delle classi, tanto più differiscono i loro interessi e bisogni come pure il valore della loro vita. Naturalmente questa differenza appare sopratutto grande quando si elevano gli sguardi agli « spiriti dominanti » delle sfere superiori dell'umanità côlta e li si paragona alla gran massa degli uomini medii che giù nella valle profonda si aggirano più o meno ottusamente nell'uniforme e penoso sentiero della loro vita.

Apprezzamento personale e sociale della vita. — In modo affatto diverso dal pensante uomo côlto ragiona sul valore personale della sua propria vita e su quello della vita dei suoi simili lo Stato côlto di cui esso è un membro. Lo Stato moderno esige dai suoi cittadini per la sua protezione il dovere generale del servizio militare ed esige da ciascuno lo stesso sacrificio della sua esistenza personale. (In Germania il solo clero cattolico ha il privilegio di essere immune da questo sacrificio!). Per la nostra giustizia il valore di ogni singola vita umana è lo stesso, sia che si tratti di un embrione di sette mesi o di un neonato (che non ha ancora coscienza), di un cretino sordomuto o di un genio superiore. Questa distinzione tra l'apprezzamento personale ed il sociale del valore della vita si mostra anche in tutte le proposizioni fondamentali della morale. La guerra è ancor oggi per molti popoli côlti un male inevitabile, come erano presso i barbari l'omicidio e la vendetta; e tuttavia l'omicidio in massa per la cui preparazione lo Stato impiega i suoi maggiori mezzi, sta in stridente contraddizione colle miti dottrine dell'amore cristiano che esso fa predicare ogni domenica dai preti da lui istituiti.

Sarà il còmpito più importante del nuovo Stato côlto quello di mettere in naturale armonia l'apprezzamento sociale e l'apprezzamento personale della vita umana. Per ciò è sopratutto necessaria una fondamentale riforma dell'istruzione scolastica e dell'educazione nazionale, della giustizia e dell'organizzazione sociale. Allora solamente si supererà la barbarie medioevale della quale parla con ragione il Wallace; oggi essa spiega ancora dappertutto la sua potenza nel nostro diritto penale e nei nostri privilegi di classe, nella deplorevole scolastica dell'insegnamento e nella teocrazia della Chiesa.

Valore soggettivo ed obbiettivo della vita. (Apprezzamento individuale e generale della vita). — Anzitutto per ogni singolo organismo forma lo scopo più prossimo ed ha il massimo valore la sua vita individuale. Da ciò nasce quella generale tendenza alla propria conservazione che nel campo anorgico si può ricondurre a « legge d'inerzia ». Di fronte a questo valutamento soggettivo della vita sta quello obbiettivo che riposa sull'importanza dell'individuo in rapporto al mondo esterno. Quest'ultimo valore è tanto più elevato quanto più si sviluppa l'organismo e quanto più profondamente esso interferisce nel meccanismo generale della vita. I più importanti tra questi rapporti sono quelli che dipendono dalla divisione di lavoro tra individui omogenei e dalla loro associazione o riunione in un tutto superiore. Ciò è vero tanto per gli stati cellulari che noi chiamiamo tessuti e persone quanto per le colonie delle piante superiori e degli animali inferiori, per gli strupi e gli stati degli animali

superiori e dell'uomo. Quanto maggiormente questi per progressiva divisione di lavoro si sviluppano, quanto più intima diviene la reciproca dipendenza degli individui differenziati, tanto più sale il valore obbiettivo che ha pel tutto la vita di questi ultimi, ma tanto più si abbassa in pari tempo il valore soggettivo degli individui. Da ciò risulta una continua lotta fra gli interessi degli individui i quali perseguono il loro speciale scopo vitale e quelli dello Stato per i cui scopi essi non hanno che quel valore che spetta alle parti di una macchina.

DICIOTTESIMO CAPITOLO

COSTUMI

Adattamento ed abitudine. — Istinto e morale. Moda e ragione.

« La fama di Kant, di essere la veracità personificata, è immeritata. Egli era la *menzogna personificata*, e le sue menzogne non tengono la buona via. La menzogna fa parte della vita; la vita ha bisogno della menzogna. Ma la menzogna *non* sta nella *filosofia*. Kant era onesto nella vita e mentiva in filosofia. Se si volessero citare tutte le oscurità e le disonestà di Kant si dovrebbero citare le sue opere complete. Kant, il *filosofo moralista*, è ora un furbo, ora un debole di spirito. *Furbo* inquantochè egli con terribile serietà cava fuori dal profondo ed oscuro pozzo della ricerca filosofica ciò che egli vi ha secretamente celato, ciò che occorre allo Stato ed alla Chiesa; *debole di spirito* inquantochè egli fino ad un certo punto si contraddice pretendendo che i suoi risultati sgorghino da un coscienzioso lavoro filosofico. Si può da varii punti attaccare l'etica di Kant ed ogni attacco la annienta. Gli *imperativi categorici* sono *abbreviazioni* che Kant non sapeva interpretare; egli teneva l'abbreviazione per una proposizione completa.

PAUL RÉE (1903).
La filosofia di Kant. Berlino.

SOMMARIO DEL CAPITOLO DICIOTTESIMO

Etica dualistica. — Imperativo categorico. — Etica monistica. — Costumi e adattamento. — Variazione e adattamento. — Abitudine. — Chimismo dell'abitudine. — Stimolo trofico. — L'abitudine negli anorgani. — Istinti. — Istinti sociali. — Istinto e costumi. — Diritto e dovere. — Costume e moralità. — Bene e male. — Costume e moda. — Selezione sessuale. — Moda e pudore. — Moda e ragione. — Cerimonie e culto. — Misteri e sacramenti. — Battesimo. — Comunione. — Transsubstanziazione. — Il miracolo della redenzione. — Sacramenti del papismo. — Matrimonio. — Mode odierne. — Onore. — Filogenesi dei costumi.

BIBLIOGRAFIA

Immanuel Kant, 1788. *Kritik der praktischen Vernunft* (Critica della ragion pratica). Königsberg.

Bartholomaeus Carneri, 1871. *Sittlichkeit und Darwinismus* (Moralità e darwinismo). 1891. *Drei Bücher Ethik* (Tre libri d'etica). *Der moderne Mensch* (L'uomo moderno). *Versuche über Lebensführung* (Saggi sulla condotta). *Entwickelung und Glückseligkeit* (Evoluzione e beatitudine). 1886. Stuttgart.

Herbert Spencer, 1873-1893. *Thatsachen und Principien der Ethik* (Fatti e principii etici); trad. ted. di B. Vetter. Stuttgart.

Benjamin Vetter, 1890. *Die moderne Weltanschauung und der Mensch; sechs Vorträge* (Il concetto cosmico moderno e l'uomo; sei conferenze). 4ª edizione. 1902. Jena.

Arthur Schopenhauer, 1841. *Fundamente der Ethik* (Fondamenti dell'etica). Frankfurt.

Max Nordau, 1883. *Die conventionellen Lügen der Culturmenschheit* (Le menzogne convenzionali della civiltà). 1886. Leipzig.

M. Fischer. *Modethorheithen* (Follie della moda). Augsburg.

W. Kleinwächter, 1880. *Zur Philosophie der Mode* (Filosofia della moda). Berlino.

Alfred Brehm, 1876. *Illustrirtes Thierleben* (La vita degli animali illustrata). 12 vol.; 13ª ediz. 1893. Berlino.

Heinrich Ernst Ziegler, 1904. *Der Begriff des Instinctes einst und jetzt* (Il concetto antico e moderno d'istinto). Jena.

Heinrich Matzat, 1903. *Philosophie der Anpassung mit besonderer Berücksichtigung des Rechtes und des Staates* (Filosofia dell'adattamento con speciale riguardo al diritto ed allo Stato). Jena.

Friedrich Nietzsche, 1882. *Die fröhliche Wissenschaft* (La gioconda scienza). 1895. *Der Wille zur Macht* (La volontà in potenza). 1ª parte. *Antichrist.* Leipzig.

Theobald Ziegler, 1881-1892. *Geschichte der Ethik* (Storia dell'etica). Bonn.

Friedrich Jodl, 1882-1889. *Geschichte der Ethik in der neueren Philosophie* (Storia dell'etica nella filosofia moderna).

Paul Rée, 1903. *Philosophie* (Filosofia). Opera postuma. Berlino.

La vita pratica dell'uomo, come quella di tutti gli animali superiori, è dominata da impulsi ed abitudini che si designano in generale col nome di *costumi*. La scienza di questi costumi (*mores*), la *morale* od *etica*, è considerata dal dominante dualismo come una cosidetta « scienza spirituale », e collegata da un lato colla religione, dall'altro colla psicologia. Durante il secolo XIX questo concetto dualistico rimase universalmente accettato sopratutto perchè la potente autorità di Kant, col suo dogma dell'*imperativo categorico*, gli aveva data una base apparentemente assoluta e perchè esso si poteva rannodare direttamente ai dogmi della Chiesa cristiana. Per contro, il nostro monismo considera l'etica (come qualsiasi altra scienza in generale) come *scienza naturale*, e parte dal convincimento che i costumi non hanno origine soprannaturale, ma furono acquisiti per adattamento dei mammiferi sociali alle condizioni naturali d'esistenza, e perciò si devono ricondurre a leggi fisiche. La moderna biologia vede dunque nei costumi non una « meraviglia biologica » metafisica, ma l'azione di funzioni fisiologiche dell'organismo.

Etica dualistica. — Tutta la nostra moderna vita côlta è ancor oggi avvolta negli errori che le furono trasmessi dalla morale tradizionale basata sulla « rivelazione », e strettamente collegata coi dogmi della religione. Il Cristianesimo ha preso i « dieci comandamenti » di Mosè dall'antica religione giudaica e li ha riuniti colla mistica metafisica del platonismo a formare un poderoso edificio morale. Nei tempi recenti fu sopratutto Kant che ad esso diede nella sua « Critica della ragione applicata » una influentissima base metafisica e stabilì come sue incrollabili basi i tre grandi « dogmi centrali della metafisica »: il Dio personale, l'anima immortale ed il libero arbitrio. L'intima reciproca connessione di questi tre potenti dogmi e la loro decisiva influenza sulla ragione pratica dell'etica divennero sopratutto importanti per il fatto che Kant stabilì per quest'ultima il dogma dell'imperativo categorico.

L'imperativo categorico. — La straordinaria importanza che anche oggidì viene attribuita alla filosofia dualistica di Kant dipende in gran parte da ciò che egli diede alla ragione pratica il primato sulla teorica ragion pura. La legge etica incondizionata, della quale Kant pretendeva l'universale accettazione, fu espressa dal suo « imperativo categorico » colla formola seguente: « Opera sempre in modo che la massima (o la soggettiva proposizione fondamentale del tuo volere) possa in pari tempo valere come principio di una legge generale ». Io ho già mostrato nel capitolo XIX dei « Problemi dell'universo » che questo « imperativo categorico », tanto come la dottrina della « cosa in sè », riposa su basi dogmatiche, non critiche. È dunque interessante vedere come Schopenhauer, che d'altra parte si rannodò così strettamente a Kant, si esprime su questo importante problema: l'*imperativo categorico di Kant* viene ai nostri giorni chiamato per solito con titolo meno pomposo ma più liscio e corrente «la legge morale». I quotidiani scrittori di compendii credono colla tranquilla fiducia dell'incoscienza di avere fondato l'etica solo col fare appello a quella « legge morale » che pretendono insita nella nostra ragione, ed allora vi sovrappongono senza esitazione quel prolisso e confuso tessuto di frasi, mediante il quale essi hanno l'abilità di rendere incomprensibili i più chiari e semplici fenomeni della vita, senza che in questa intrapresa essi si siano mai chiesti sul serio se veramente una simile «legge morale» stia scritta come comodo codice nel nostro capo o nel petto o nel cuore. Questo comodo guanciale dell'etica le viene tolto di sotto dalla constatazione che l'*imperativo categorico kantiano* della ragion pratica è un'ipotesi al tutto *ingiustificata, priva di base ed inventata.* Come tutt'intera la dottrina della « ragion pratica » di Kant non posa su base critica ma su dogmi, così anche il suo imperativo categorico è un puro *dogma*, una proposizione di fede dettata dalla fantasia, la quale contraddice direttamente alle empiriche constatazioni della spregiudicata «ragion pura».

Il *comandamento del dovere*, che appare all'imperativo categorico come una legge incondizionata, innestata *a priori* nell'anima umana, come un istinto morale, è in realtà da ricondursi ad una lunga catena di trasformazioni filetiche avvenute nel fronema della corteccia cerebrale. Il *dovere* stesso è un *comandamento sociale* che si è storicamente sviluppato *a posteriori* in seguito ai complicati reciproci rapporti fra l'egoismo degli individui e l'altruismo della società. Il *sentimento del dovere* o coscienza è l'attitudine della volontà ad essere determinata dalla coscienza del dovere che ha individualmente molto varie gradazioni.

Etica monistica. — Il nostro modo scientifico di considerare l'etica, fondato sulla fisiologia comparata e sull'evoluzione, sulla etnografia e sulla storia della coltura, ci mostra che le leggi morali hanno base biologica e si sono svolte in via naturale. Tutta la morale, tutto l'ordinamento sociale e giuridico dei tempi nostri si sono svolti nel corso del XIX secolo da stati più antichi, inferiori, che noi oggi consideriamo in gran parte come « oltrepassati ». L'antica morale civile del secolo XVIII è nata a sua volta dalla precedente etica dei secoli XVII e XVI, come questa dalla morale barbarica del medio evo col suo despotismo e fanatismo ecclesiastico, colle inquisizioni ed i processi delle streghe. La moderna etnografia e la comparata « psicologia dei selvaggi » (Fritz Schultze, 1902) ci mostrano altrettanto indubbiamente che la morale dei popoli barbari si è svolta gradatamente dagli stati sociali inferiori dei selvaggi, e questi non si distinguono dagli istinti delle scimmie sociali e di altri vertebrati sociali che per il grado, non per l'essenza. Una spregiudicata psicologia comparata dei vertebrati ci mostra inoltre come gli istinti sociali dei mammiferi ed uccelli si siano svolti dai gradi inferiori dei rettili ed anfibi, e questi ancora da quelli dei pesci e degli infimi vertebrati. Infine la filogenesi dei vertebrati ci mostra che questo tipo superiormente sviluppato è nato per graduale trasformazione da una lunga serie di metazoi progenitori (cordonii, vermalii, gastreadi) e questi ancora da una serie di protisti. Fra questi unicellulari (dapprima protofiti, più tardi protozoi) si trova già il più importante principio della « moralizzazione », l'*associazione* o formazione di « società cellulari ». L'adattamento reciproco dei diversi individui cellulari alle comuni condizioni d'esistenza del mondo esterno è la base fisiologica dei più primitivi inizii della morale dei protisti. Tutti gli unicellulari che lasciano la loro vita isolata da eremiti e si riuniscono in cenobii o società cellulari son già da ciò stesso costretti a limitare il loro proprio *egoismo* ed a fare, in favore della comunità degli interessi sociali, delle concessioni all'altruismo. Già negli erranti cenobii sferici di Volvox e Magosfera la speciale forma e modo di locomozione, il « costume » della riproduzione nascono dal compromesso fra le tendenze egoistiche delle singole cellule ed i bisogni altruistici della società cellulare.

Costumi e adattamento. — Il cosidetto « costume », si voglia esso intendere in ampio od in istretto senso, si deve sempre ricondurre alla funzione fisiologica dell'*adattamento*, la quale è connessa intimamente colla conservazione dell'organismo per mezzo della *nutrizione*. La modificazione plasmatica determinata dallo stimolo trofico ha

sempre la sua base nell'energia chimica del ricambio materiale (capitolo IX). Sarà dunque opportuno qui stabilire dapprima chiaramente il concetto di adattamento. Io nel 1866 (nel capitolo XIX della « Morfologia generale ») l'ho definito nel modo seguente (pag. 191): « L'adattamento (*adaptatio*) o variazione (*variatio*) è una *funzione fisiologica* generale degli organismi, la quale è direttamente connessa colla funzione fondamentale della nutrizione. Esso si manifesta nel fatto che ciascun organismo individuale, per l'influsso delle esterne condizioni d'esistenza, si modifica e può acquistare proprietà che i suoi progenitori non possedevano ancora. Le cause della variabilità consistono essenzialmente in una materiale reazione fra le parti dell'organismo ed il mondo ambiente. La variabilità (*variabilitas*) od adattabilità (*adaptabilitas*) non è dunque per nulla una speciale funzione organica, ma riposa sui processi materiali fisico-chimici della nutrizione ». Le ulteriori più ampie dichiarazioni su questo concetto meccanico dell'adattamento che io ho colà esposto or sono 38 anni e che non sono state prese in molta considerazione, sono brevemente riprodotte nella 10ª conferenza della « Storia della creazione naturale ».

Adattamento e variazione. — Il concetto di adattamento ed i suoi rapporti colla variazione sono stati spesso intesi in modo diverso ed aberrante da quello della suddetta definizione. Così Ludwig Plate ha recentemente limitato quel concetto, e vorrebbe che per adattamento non si intendessero che le variazioni *utili* all'organismo. In questa occasione egli biasima aspramente il mio *più ampio* modo di intendere questo concetto, e lo chiama « un errore palmare », e pensa che io vi persisto solo perchè io « non sono accessibile ad alcun ammaestramento » (Problemi della formazione delle specie, pag. 209). Se io volessi rispondere a questa grave imputazione, potrei indicare l'unilateralità ed i malintesi del trattamento che egli ha fatto della mia legge biogenetica fondamentale. Invece io mi limito ad osservare che a me la sua limitazione del concetto d'adattamento ad indicare le « variazioni utili » sembra altrettanto insostenibile e fallace. Infatti vi sono nella vita dell'uomo come dei rimanenti organismi migliaia di *abitudini* ed *istinti* che non sono utili ma sono indifferenti od anche dannosi per l'organismo, e che tuttavia dovrebbero cadere sotto il concetto di adattamento; si propagano per eredità e modificano la forma. Sopratutto fra gli uomini côlti, fra gli animali domestici e le piante coltivate simili adattamenti di ogni sorta, parte utili, parte indifferenti, parte dannosi (in seguito all'educazione, ammaestramento, cattive abitudini, ecc.), si trovano a migliaia; ricordo solo l'influsso della moda e della scuola.

Anche l'origine degli inutili (spesso anche dannosi) organi rudimentali dipende dall'adattamento.

Abitudine. — *Consuetudo est altera natura* « l'abitudine è una seconda natura », dice l'antico proverbio latino; profonda verità, della cui intera importanza non abbiamo avuto completa coscienza se non colla teoria lamarckiana della discendenza. La semplice abitudine del singolo organismo in seguito al riconoscimento ed alla imitazione diventa nella società un potente costume. L'abitudine consiste nella frequente ripetizione di uno stesso atto fisiologico, e perciò si deve ricondurre al principio dell'adattamento cumulativo o funzionale. Con questa frequente *ripetizione* di uno stesso atto, coll'esercizio che è strettamente connesso colla memoria del plasma, si ottiene una modificazione permanente tanto in senso positivo che in senso negativo: *positivamente* l'organo viene ulteriormente sviluppato e rinforzato dall'esercizio, *negativamente* invece esso regredisce e viene indebolito dal non uso. Nel corso ulteriore di questa cumulazione di piccole ed in sè insignificanti variazioni, l'azione dell'adattamento finisce per andare tanto in là che per trasformazione progressiva appaiono nuovi organi, mentre per trasformazione regressiva gli organi sussistenti diventano inutili, rudimentali ed in ultimo scompaiono.

Stimolazione trofica del plasma. — Se noi studiamo a fondo negli organismi inferiori i più semplici processi di assuefazione, ci convinciamo che essi, come tutti gli altri adattamenti, dipendono da modificazioni chimiche del plasma, e che queste sono provocate da *stimoli trofici.* Come rileva con ragione Ostwald, « la più importante funzione degli organismi è *il trasformarsi l'una nell'altra delle diverse energie chimiche.* Infatti l'energia chimica che il vivente acquista sotto forma di nutrizione non è in generale atta ad essere impiegata direttamente a tutti gli usi ed ha perciò bisogno di essere ulteriormente elaborata. Ciascuna cellula è un laboratorio chimico, nel quale si compiono senza bisogno di fornelli e di storte le più molteplici reazioni. Qui il mezzo più spesso impiegato è verosimilmente l'accelerazione catalitica delle reazioni utili ed il rallentamento catalitico di quelle inadatte. Parla a favore di ciò la regolare presenza di simili enzimi in tutti gli organismi » (Filosofia naturale, pag. 366). In ciò ha grande importanza la *memoria*, che io intendo con Hering come una proprietà generale di ogni sostanza vivente « mediante la quale certi processi che si compiono nei viventi lasciano dietro di sè degli effetti che facilitano la ripetizione di questi processi ». D'accordo con Ostwald, io sono d'opinione che « non si può troppo

apprezzare l'importanza di questa proprietà »; nelle sue forme più generali essa produce l'adattamento e l'eredità; superiormente evoluta produce la *memoria cosciente* (l. c., Ostw., pag. 367). Come quest'ultima, la *coscienza* in generale raggiunge colla vita psichica dei *popoli côlti*, attraverso alla lunga scala della serie d'adattamento filetico, il suo più alto grado, così rimane all'infimo gradino di essa l'adattamento delle *monere*. Fra queste ultime mostrano segnatamente i batterii, i quali, malgrado la mancanza di struttura anatomica, hanno contratto i più molteplici ed importanti rapporti con altri organismi, che questo adattamento multilaterale dipende dall'*assuefazione* del plasma ed ha unicamente la sua base nell'energia chimica di esso, cioè nella sua invisibile struttura molecolare. Anche qui le monere formano il diretto passaggio fra organismi ed anorgani; esse riempiono il profondo abisso energetico che sembra sussistere fra gli esseri viventi « animati » ed i cosidetti « corpi naturali morti ».

Assuefazione degli anorgani. — Mentre seguendo i concetti dominanti appunto l'abitudine viene tenuta come un processo puramente biologico, vi sono tuttavia anche nel campo della natura anorganica dei processi che, in più ampio senso, si possono riunire sotto questo stesso concetto. Ostwald (l. c., pag. 369) cita il seguente esempio: se si prendono due saggi uguali di acido nitrico diluito e si scioglie in uno di essi alquanto rame metallico, il saggio acquisterà così la proprietà di sciogliere un secondo pezzo dello stesso metallo molto più rapidamente dell'altro rimasto inalterato. La causa di questo fenomeno, che si può osservare allo stesso modo con mercurio od argento ed acido nitrico, sta in ciò che gli ossidi inferiori dell'azoto prodottisi collo scioglimento del metallo accelerano cataliticamente l'azione dell'acido nitrico su nuovo metallo. Si ottiene la stessa azione quando si metta nell'acido un po' di questi ossidi; anche allora esso agisce molto più rapidamente che l'acido puro. L'*assuefazione* nasce dunque qui dal formarsi di un « acceleratore catalitico durante la reazione ». Si può paragonare quest' « assuefazione anorgica » non solo coll'adattamento organico che noi chiamiamo abitudine od uso, ma anche coll' « imitazione », la quale significa trasporto catalitico di abitudini alla vita sociale.

Istinti. — Sotto il nome di istinti dapprima si intendevano soprattutto le tendenze incoscienti degli animali le quali conducono ad azioni appropriate e si ammetteva che in ogni specie di animali fossero stati colla creazione innestati i suoi speciali istinti; con Descartes si tenevano gli animali per macchine incoscienti ed insen-

sibili, le cui azioni seguono con invariabile sicurezza nella forma determinata che era stata assegnata ad essi dalla « ragione divina ». Sebbene quest' invecchiata teoria dell'istinto venga spesso ancor oggi insegnata da dualistici metafisici e teologi, essa è realmente confutata dalla monistica teoria dell'evoluzione. Già Lamarck affermava che gli istinti sono in massima parte nati dall'abitudine o dall'adattamento e poi si sono fissati per eredità. Più tardi mostrarono sopratutto Darwin e Romanes che queste « abitudini divenute ereditarie » sottostanno alle stesse leggi della variazione che reggono le altre funzioni fisiologiche. Tuttavia Weismann, nelle sue Conferenze sulla teoria della discendenza (XXIII), ha impiegato molto ingegno per confutare questa credenza come in generale l' « ipotesi di un' eredità delle modificazioni funzionali », perchè questa non è conciliabile colla sua insostenibile « teoria del germiplasma ». Ernesto Enrico Ziegler, il quale ha recentemente (1904) sottoposto a severo esame il « concetto antico e moderno dell'istinto », si rannoda alla opinione di Weismann (1883) che « tutti gli istinti nascono unicamente per selezione, che essi hanno la loro radice, non nell'uso durante la vita individuale, ma in variazioni del germe ». Ma dove può essere la *causa* di queste « variazioni del germe » se non nelle leggi dell'*adattamento* diretto ed indiretto? Io sono convinto che appunto i notevoli fenomeni dell'istinto forniscono al contrario una grande copia di forme decisive in favore dell'eredità progressiva, nel senso appunto di Lamarck e Darwin.

Istinti sociali. — La grande maggioranza degli organismi vivono in società e sono perciò insieme collegati dal legame dei comuni interessi. Fra tutte le contingenze da cui dipende l'esistenza della specie sono le più importanti quelle che collegano l'individuo cogli altri individui della specie. Ciò risulta già senz'altro dalle leggi dell'eredità sessuale. Inoltre la riunione sociale di molti individui d'una specie è di grande vantaggio nella lotta per l'esistenza. Negli animali superiori l'associazione degli individui raggiunge ancora una speciale importanza per il suo collegarsi con un'inoltrata divisione di lavoro. Negli « stati » degli artropodi (api, formiche), nelle mandre dei mammiferi, la tendenza alla conservazione propria si presenta allora in doppia forma, come egoismo dell'individuo e come altruismo del membro della società; negli stati dell'uomo il contrapposto fra questi due impulsi diventa tanto più importante quanto più la ragione conduce a pensare che entrambi gli impulsi siano giustificati. Le abitudini sociali diventano fissi costumi le cui leggi vengono più tardi insegnate come sacri doveri e formano le basi dell'ordine giuridico.

Istinto e costumi. — I costumi dei popoli, che determinano tanta molteplicità di fenomeni psicologici e sociologici, in massima parte non sono altro che « istinti sociali » acquisiti per adattamento e trasmessi per eredità e per tradizione da generazione a generazione. Una volta si distinguevano queste due forme di abitudine considerando gli istinti degli animali come funzioni vitali fisse, basate sulla loro struttura fisica e invece i costumi dell'uomo come forze metafisiche che si continuano per trasmissione spirituale. Ma questa differenza è caduta dacchè la moderna fisiologia ha riconosciuto che anche i costumi dell'uomo, tanto come tutte le altre funzioni psichiche, hanno la loro base fisiologica nell'organizzazione del suo cervello. Le abitudini individuali che furono acquisite dall'individuo per adattamento alle sue condizioni personali di esistenza diventano ereditarie nella sua famiglia e questi usi familiari si possono così poco distinguere dai costumi della stirpe come questi ultimi dai comandamenti della Chiesa e dall'ordine legale dello Stato.

Costumi e diritto. — Quando un costume viene riconosciuto da tutti i membri della società come importante e valido, quando il seguirlo è favorito, il calpestarlo è punito, esso si aderge a « diritto ». Ciò vale già per i branchi dei mammiferi sociali (scimmie, carnivori ed ungulati sociali) e per le schiere degli uccelli sociali (gallinacei, oche, uccelli tessitori). L'ordine legale che qui si è svolto dal superiore sviluppo di istinti sociali è specialmente notevole e simile a quello dei selvaggi quando alcuni individui eminenti (vecchi e volanti maschi) si sono procacciati come guide dello strupo (guidaiuolo) una specie di signoria e curano con successo il mantenimento del buon ordine o del diritto. Molti di questi strupi organizzati sono per più d'un riguardo superiori agli infimi gradi di quei selvaggi le cui famiglie vivono isolate o solo temporaneamente riunite da lassi legami di comunità con poche altre famiglie. Gli importanti progressi fatti dalla psicologia comparata, dall'etnologia, dalla storia della coltura e dalle ricerche preistoriche nella seconda metà del secolo XIX ci confermano nell'opinione che una lunga serie di stadii intermedii conduce dagli inizii di ordinamento legale che si osservano nei primati sociali ed in altri mammiferi a quelli dei popoli selvaggi e da questi a quello dei barbari e civili e poi su fino all'evolutissima scienza del diritto dei moderni popoli côlti.

Costumi e religione. — Come le leggi della scienza del diritto così anche i comandamenti della religione si devono in origine derivare dai costumi ereditarii dei selvaggi, ed ulteriormente dagli istinti

sociali dei primati. Già di buon'ora si sviluppò nei popoli selvaggi preistorici, dai quali noi tutti discendiamo, quell'importantissimo campo di attività psichica che noi comprendiamo sotto l'ampio concetto di *religione*. Se noi vogliamo scrutare senza preconcetti dal punto di vista moderno della psicologia empirica e delle dottrine monistiche dell'evoluzione l'origine di essa, noi arriviamo alla convinzione che la religione è nata *polifileticamente* da diverse sorgenti: culto degli antenati, desiderio dell'immortalità personale, bisogno di una spiegazione causale dei fenomeni della natura e poi di un concetto cosmico, superstizioni d'ogni fatta, consolidamento delle leggi morali coll'autorità di un legislatore divino, ecc. Secondo che la fantasia dei selvaggi e dei barbari esplicò le sue creazioni religiose in questa o quella direzione, sorsero centinaia di diverse forme di religione; nella lotta per l'esistenza non rimasero più in vigore che poche fra esse ed acquistarono (almeno esternamente) il dominio della moderna vita spirituale. Quanto più nei tempi moderni la scienza indipendente e scevra di preconcetti progredì, tanto più la religione venne purificata dalle antiche superstizioni, ponendo perciò il suo merito principale nella « morale ».

Costumi e morale. — La sommissione ai « comandamenti divini » che la religione esige dai credenti viene spesso dalla società umana estesa anche a qualsiasi proposizione che sia nata da abitudini sociali di natura subordinata. Così nasce la frequente confusione fra costumi e moralità, fra forma esterna convenzionale e seria morale interna. I concetti di buono e cattivo, di diritto e di torto, di morale ed immorale sono così intesi nel modo più arbitrario. In ciò ha gran parte la costrizione morale che dai concetti dominanti di una società è esercitata sul modo d'agire e di comportarsi delle persone che vi appartengono. Per quanto pensi lucidamente e ragionevolmente in importanti questioni della vita pratica l'individuo côlto di superiore istruzione, tuttavia egli si deve adattare alla tirannia dei costumi tradizionali e spesso al tutto irragionevoli che dominano nella società. Di fatto nella vita côlta come in natura spetta alla ragion pratica, più che alla teorica ragion pura, il primato espressamente richiesto da Kant.

Costumi e moda. — La padronanza che esercitano i costumi sulla vita pratica dell'uomo non dipende solo dall'autorità delle abitudini sociali ma anche dalla potenza della *selezione*. Come nell'origine delle specie animali e vegetali la selezione naturale determina la costanza relativa della forma specifica, così essa agisce anche potentemente sul prodursi di fissi costumi ed usi nella vita dei popoli. In ciò ha

gran parte l'*adattamento mimetico* o *mimicry*, l'imitazione o scimiottamento di determinate forme o mode da parte di varie specie di animali. *Inconsciamente* avviene quest'imitazione sopratutto in molti insetti di diversi ordini: farfalle, coleotteri, imenotteri, ecc. Certi insetti di una data famiglia col divenire simili nella loro forma esterna, nel colore e disegno, a quelli di un'altra famiglia fino a poter essere confusi con essi godono nella lotta per la vita della protezione o di altri vantaggi che a questi ultimi appunto per tali caratteri esterni sono devoluti. Darwin, Wallace, Weismann, Fritz Müller, Bates ed altri hanno mostrato con molti interessanti esempi come l'origine di queste fallaci rassomiglianze si debba spiegare colla scelta naturale e quanto esse siano importanti per lo svilupparsi della specie. Ma in simile guisa, per imitazione parte inconscia e parte cosciente nascono anche molti costumi e modi di vivere dell'uomo. Fra questi sono sopratutto importanti per la vita pratica le mutevoli forme esteriori che si chiamano « *mode* » e che hanno parte così influente nella vita côlta. La designazione di « scimiotta-mode », usata in senso scientifico, non è un'odiosa contumelia, ma ha un doppio e profondo senso, poichè anzitutto essa esprime giustamente come le mode originano dal scimiottamento o imitazione, e poi esprime pure la speciale rassomiglianza che vi ha sotto questo riguardo fra gli uomini e le scimmie loro più prossimi parenti. Vi ha parte importante la selezione sessuale dei primati.

Moda e scelta sessuale. — L'alta importanza che il Darwin nella sua opera geniale « Sull'origine dell'uomo e la scelta sessuale » attribuisce alla reciproca scelta estetica dei due sessi, vale tanto per l'uomo come per il più dei vertebrati superiori forniti di senso del bello, segnatamente per gli amnioti (mammiferi, uccelli, rettili). La bellezza del colore e del disegno o la presenza di speciali ornamenti pei quali i maschi si distinguono dalle femmine non si può spiegare che dalla selezione accuratamente esercitata da queste sui primi. Così si devono spiegare le diverse forme di ornamenti pelosi (barba, capelli), e le vivaci colorazioni della faccia, come pure la speciale forma delle labbra, del naso, delle orecchie, ecc. che noi troviamo nell'uomo e nei maschi delle scimmie; infine il magnifico variopinto piumaggio dei maschi dei colibri, uccelli del paradiso, gallinacei, ecc. Poichè nell'11ª conferenza della « Storia della creazione naturale » ho già trattato a fondo di questa « scelta naturale » che ha tanto interesse per la psicologia come per la teoria della discendenza, posso riferirmi a quelle pagine; vorrei solo rilevare in special modo quanto questo capitolo del darwinismo sia interessante per l'intelligenza del modo di formazione delle specie da un lato e delle mode umane dall'altro: di fatto

queste ultime hanno intimo nesso fisiologico colle dominanti questioni dei costumi.

Moda e pudore. — Lo sviluppo della moda presso gli uomini côlti non ha solo grande importanza per lo sviluppo del senso del bello e per la selezione sessuale dei due sessi, ma l'ha anche per l'origine del senso del pudore e delle delicate contingenze psicologiche che vi si connettono. I selvaggi inferiori hanno così poco senso del pudore come gli animali ed i bambini; essi vanno interamente nudi e compiono gli atti sessuali senza alcuna traccia di vergogna, come i cani (cinismo). Gli inizii di vestimenta, che appaiono nei selvaggi medii, sono dovuti non al senso di pudore ma in parte all'ambizione, al desiderio di ornarsi (per es., ornamenti delle orecchie, delle labbra, del naso, delle parti sessuali, coll'infissione di conchiglie, pezzi di legno, fiori, sassolini, ecc.). Solo più tardi comincia, col germogliante senso del pudore, il coprimento di singole parti del corpo con foglie, cinture, ecc.). Nel più dei popoli vengono prima coperte le parti sessuali, alcuni però dan maggior peso al coprimento del viso. Ancora oggidì presso molti popoli orientali (sopratutto islamiti) è primo dovere per la verecondia femminile il coprirsi il viso (come la parte più caratteristica dell' individuo), mentre il resto del corpo può restare nudo. In generale nel superiore sviluppo dei « bei costumi » hanno appunto massima parte le religioni estetiche e psicologiche dei due sessi; il termine di « costume » e di vita ordinata vien spesso usato come equivalente di normalità nei rapporti sessuali.

Moda e ragione. — Quanto più si evolvono i complicati rapporti della vita côlta, tanto più si fa sentire da un lato l'influenza della ragione ma anche, dall'altro, la potenza della tradizione ereditaria e delle vecchie costumanze che vi sono connesse; così si acuisce spesso il contrasto fra la prima e queste ultime. La *ragione* cerca di giudicare naturalmente tutte le cose, di riconoscere le cause dei fenomeni e così di ordinare assennatamente la pratica della vita. La *tradizione* invece, la « sacra tradizione » o il « buon costume », considerano le cose dai punti di vista trasmessici dagli avi, colle loro venerabili leggi e coi loro comandamenti religiosi; le indipendenti osservazioni della ragione ed i veri rapporti causali sono ad esse indifferenti; esse vogliono che la vita pratica degli individui si sottoponga ai costumi tradizionali della stirpe o dello stato. Da ciò nascono necessariamente i permanenti conflitti fra ragione e tradizione, fra scienza e religione che si continuano sino al presente. Spesso anche al posto dell'antica « sacra tradizione » sottentra qualsiasi *nuova moda*, cioè un costume

passeggero che s'impone solo per la sua novità o singolarità; però quando questo coll'abilità e la persistenza vien fatto accettare dalla volubile « opinione pubblica » o quando gli presti aiuto l'autorità dello Stato e della Chiesa, esso ottiene presto lo stesso rispetto di cui godeva « l'antico buon costume » che veniva così abbandonato.

Cerimonie e culto. — Le infime popolazioni selvagge dei nostri giorni (per es., i pitecoidi pigmei, i Vedda di Ceylon, gli Akka dell'Africa centrale) per la loro vita psichica non si elevano che ben poco al di sopra dei primati loro più prossimi progenitori, le scimmie antropoidi. Ciò vale anche per le loro abitudini e per i loro costumi. Ma già nei selvaggi medii comincia a svilupparsi la tendenza al riconoscimento delle cause e così comincia la concezione di spiriti i quali si ascondono dietro ai fenomeni sensibili. La paura di essi e la loro venerazione conducono al feticismo ed animismo, principii della religione. Già a questi stadii precursori del culto nascono determinati costumi che vi sono strettamente annessi, ai quali viene attribuito un senso simbolico o misterioso. Queste *cerimonie* offrono poi ai selvaggi superiori ed ai barbari l'occasione di grandi festività religiose che dai Greci erano dette *misterii.* Molteplici fantasie dei sensi si collegano in ciò con sovrasensibili concetti e superstizioni. Le feste, processioni, danze, i canti, i sacrifici d'ogni sorta collegati al culto hanno più o meno stretti rapporti col misterioso, e perciò si hanno per « *sacri* ». Spesso essi si trasformano in godimenti sensuali, i quali ulteriormente conducono a « grossolane pazzie » e condannevoli orgie.

Misteri e sacramenti. — Dagli antichi usi religiosi pagani e giudaici si svolsero più tardi nella Chiesa cristiana quelle parti del culto che, quali sacramenti, furono tenute per più sublimi e sacre. Le *meraviglie* dei sacramenti, dalla cui misteriosa virtù si aspettava il rinascimento e la risurrezione dell'uomo, diventarono di buon'ora le più segnalate grazie della Chiesa e diedero campo alle più importanti dispute della teologia, specialmente dopo che Gregorio Magno ebbe introdotti i dogmi del purgatorio e del sacrificio della messa. Secondo Tommaso d'Aquino i sacramenti sono i canali pei quali Dio infonde la sua sacra grazia nei peccatori. Nel XII secolo il numero di essi venne dal papismo fissato a sette (battesimo, eucaristia, penitenza, cresima, matrimonio, ordine ed estrema unzione). Sotto l'esteriore tessuto dei sacramenti venne spesso più o meno perduto di vista il loro significato superstizioso, ma la loro sacra autorità rimase. Il protestantismo non ha mantenuto, dopo la Riforma, che i due sacramenti più importanti, stabiliti dallo stesso Cristo: battesimo ed eucaristia.

Sacramento del battesimo. — Il *battesimo cristiano* è una continuazione delle antiche abluzioni e cerimonie di purificazione che già migliaia d'anni prima di Cristo erano sparse presso molti popoli antichi d'Oriente, come pure presso i Greci. Il valore igienico dei bagni, come pulizia del corpo, venne in tale occasione spesso collegato col concetto di un rinascimento dell'anima e di una purificazione spirituale. Secondo Lutero, il battesimo produce «il perdono dei peccati, libera dalla morte e dal demonio e dà la salute eterna a tutti i credenti». Già da Agostino, che fondò il grave dogma della «colpa ereditaria», il battesimo degli infanti fu posto come necessario per il salvamento dell'anima e di poi fu introdotto dovunque; esso diede ulteriormente occasione ad una quantità di superstizioni e di infelicità familiari; ma, ciò malgrado, esso si è conservato come sacra cerimonia sino ai nostri giorni. Ancor oggi migliaia di pii cristiani credono che col battesimo l'anima immortale del bambino (che al momento di quell'atto non ha poi ancora alcuna coscienza) sia salvata, protetta dalla potenza del demonio e liberata dalla maledizione del peccato. L'evangelista Marco (16, 16) dice: «Chi crede e viene battezzato diverrà beato, ma chi non crede verrà dannato».

Sacramento dell'eucaristia. — Il secondo sacramento della Chiesa cristiana conservato da Lutero è, secondo la lettera degli evangeli e secondo la sua spiegazione, «il vero corpo e sangue di Nostro Signor Gesù Cristo dato e versato a noi per l'assoluzione dalle colpe, col pane e col vino dati a noi cristiani da mangiare e da bere, stabilito dallo stesso Cristo in sua memoria», e cioè nella notte precedente la sua morte nell'ultimo pasto coi suoi discepoli (la sacra cena). Cristo si rannodò così alla Pasqua degli Ebrei, nel quale il padre di famiglia distribuiva ai membri della famiglia con certe preghiere e cerimonie rituali il pane da lui spezzato ed il bicchiere di vino. Con questa festa pasquale il popolo d'Israele festeggiava, in origine, la sua liberazione dalla schiavitù egiziana e la sua elevazione a popolo eletto. Cristo, col rannodare esteriormente la sua eucaristia a questo rito tradizionale degli Ebrei, voleva intimamente da un lato suggellare la nuova alleanza divina (per la sua morte espiatrice), dall'altro far continuare dai suoi discepoli la celebrazione di questa loro associazione sotto forma di cena, di amor cristiano (comunione od agape). Il diverso modo di esplicare queste cerimonie portò più tardi, a proposito dell'eucaristia (come per quello del battesimo), ad inviperite dispute fra i teologi.

Transsubstanziazione. — La discrepanza nel modo di intendere l'eucaristia nel medio evo toccò più tardi il suo apice nel contrasto tra i due riformatori Lutero e Zwinglio. Quest'ultimo, quale fondatore della Chiesa riformata libera, non voleva vedere nell'eucaristia che un'azione simbolica ed una comune festa commemorativa di Cristo. Lutero invece si tenne fermo al misterioso miracolo che era stato solennemente stabilito nell'anno 1215 col dogma della transsubstanziazione (la trasformazione degli elementi nell'eucaristia). Così insegnava ancora nel 1848 il parroco presso il quale io ebbi l'istruzione cristiana per la cresima ed al quale io personalmente ero molto devoto. Noi cresimandi avremmo dovuto, partecipando per la prima volta alla comunione, percepire realmente coi sensi codesta trasformazione, presupposto che noi avessimo la «vera fede». Poichè io era ben sicuro di questa, attesi con grande aspettativa il prodursi di quel miracolo; fui però crudelmente disilluso quando al primo godere della sacra cena sentii il noto gusto di pane e vino, ma non quello di carne e sangue come voleva la «fede». Perciò (ragazzo già quattordicenne) mi considerai come un peccatore interamente riprovato e solo

a gran pena potei essere tranquillizzato dai miei genitori riguardo alla mia «mancanza di fede».

Miracolo della redenzione. — Già nell'eucaristia e nel battesimo, i due più importanti sacramenti della religione cristiana, il vero nucleo del mistero, ed in pari tempo il vero centro di tutta la teologia cristiana, è il concetto della *redenzione.* Il credente cristiano sarebbe, per mezzo di Cristo (l'uomo-dio «generato sin dall'eternità»), conciliato con Dio, il quale è in collera per le colpe umane, e l'atroce «sacrificio di Cristo» sarebbe un sacrificio espiatorio delle nostre colpe. Cristo, come «figlio di Dio e figlio dell'uomo», come vero salvatore o «redentore», col sacrificio della sua persona non ci avrebbe procurato solo l'«assoluzione dei peccati» ma anche la «liberazione da ogni male», dalle conseguenze dei peccati, «dalla morte e dal demonio». Come ricompensa per questa fede viene allora promessa la «vita eterna» e l'eterna beatitudine in cielo. Sul processo biologico di questa «redenzione» e sul significato causale del miracolo della redenzione milioni di credenti cristiani e di teologi si sono da 1900 anni inutilmente rotto il capo. Se si scrutano queste questioni fondamentali della teologia cristiana al lume della «ragion pura» vi si trova un miscuglio di antiche tradizioni ebraiche (credenza nel Messia) e di metafisica platonica (dottrina dell'immortalità), di politiche aspirazioni alla libertà (liberazione del popolo ebraico dal dominio straniero) e di antropistiche superstizioni di varia specie.

Sacramenti del papismo. — Circa lo spregiudicato apprezzamento del papismo od ultramontanismo, al quale ci conduce oggi la moderna scienza storica ed antropologica, ho già nel capitolo XVII dei «Problemi dell'universo» espresso la mia opinione. Per chiunque conosca in qualche modo la storia della coltura e la metamorfosi delle religioni che si è compiuta nel corso di essa non può essere dubbio che il *papismo rappresenta una miserabile caricatura* del puro *cristianismo* originario; mentre conserva lo stesso nome e la stessa ditta esso trasforma le sue proposizioni morali fondamentali nel loro opposto. Nel corso della sua dominazione, dal IV sino al secolo XVI, il papismo ha bensì elevato il grandioso edificio della gerarchia cattolico-romana ad un'altezza meravigliosa, ma nell'intima essenza esso si è sempre più allontanato dal suo cristiano punto originario di partenza. Lo scopo dei papisti od ultramontani è ancor oggi, come mill'anni fa, quello di signoreggiare e predare l'umanità ciecamente credente. A ciò servono ottimamente i mistici sacramenti ai quali ha applicato il carattere di indistruttibili o *indelebili.* Dalla nascita sino alla tomba, dal battesimo sino all'estrema unzione, nella cresima come nella penitenza si deve ricordare al credente che solo come figlio obbediente e pronto al sacrificio della Chiesa papistica egli è degno di vita, ed il sacramento dell'«ordinazione» gli deve indicare che il prete, in grazia alla sua ispirazione superiore, può essere il misterioso intermediario fra gli uomini ed il suo Dio. Le molte usanze simboliche che ora sono collegate con questi sacramenti servono ad avvolgerli colla magia del mistero ed a vietare alla ragione di inoltrarsi verso la loro spiegazione. Ciò vale sopratutto per quel sacramento che ha la massima importanza nella vita pratica umana, pel matrimonio.

Sacramento del matrimonio. — Data la straordinaria importanza che ha la famiglia, come base dei rapporti sociali e di stato, nella vita umana, è molto importante considerare dal punto di vista biologico e secondo ragione il matrimonio umano, questa forma regolata di riproduzione. Anche qui, come in tutte le questioni sociologiche e psicologiche, dobbiamo anzitutto evitare di prendere

come norma generale del nostro giudizio le condizioni presenti della nostra moderna vita côlta; piuttosto noi dobbiamo anzitutto considerare comparativamente i bassi stadii preparatorii quali essi ci si presentano anche oggidì nei barbari e selvaggi. Allora una imparziale comparazione ci mostra subito che la riproduzione, quale processo puramente fisiologico il cui scopo è la conservazione della specie, avviene nel selvaggio esattamente come nei suoi più stretti affini, negli antropoidi. Anzi si può dire che molti animali superiori, sopratutto mammiferi ed uccelli monogami, hanno raggiunto nel loro matrimonio un più perfetto grado psichico che non i selvaggi inferiori; « le tenere relazioni psichiche fra i due sessi, la comune cura dei giovani da loro generati e in generale la vita di famiglia, hanno portato qui l'evoluzione di istinti sessuali e familiari superiori, ai quali si può addirittura attribuire un carattere morale.

Guglielmo Bölsche, nel suo libro geniale sulla « Vita d'amore in natura » (1900), ha mostrato come nel regno animale si sia svolta, in relazione coll'adattamento alle varie forme di riproduzione, una lunga serie di variabilissimi costumi. Westermark, nella sua « Storia del matrimonio umano » (1893), ha mostrato come lentamente e gradatamente le rozze forme animalesche dell'amore nei popoli selvaggi si siano elevate a quelle più affinate e perfette che son proprie dei popoli côlti. Quanto più il godimento sensuale dell'accoppiamento si collegò coi più fini sentimenti psicologici della simpatia e dell'inclinazione spirituale, tanto più questi ultimi ebbero il sopravvento sui primi e tanto più l'*amore* affinato divenne feconda sorgente dei più elevati prodotti psichici sopratutto nelle arti figurative, nella musica e nella poesia. Ciò nondimeno anche nel più elevato uomo côlto il *matrimonio* restò un atto fisiologico, una « meraviglia della vita », la cui profonda base è data dalla generale tendenza organica sessuale. Poichè la conclusione del matrimonio è uno degli atti più importanti della vita umana, anche molti popoli selvaggi inferiori l'han già circondata di cerimonie simboliche e di feste. Le molteplici forme delle feste nuziali mostrano che appunto quest'atto importante esercita con ragione la fantasia dell'uomo. I preti hanno già di buon'ora riconosciuto quest'alta importanza della conclusione del matrimonio, l'hanno ornata di cerimonie ecclesiastiche di ogni fatta e nello stesso tempo l'hanno utilizzata a beneficio della loro Chiesa. La Chiesa cattolica, elevando addirittura il matrimonio alla dignità di sacramento e dandogli il *carattere indelebile*, dichiarò *indissolubile* il matrimonio compiuto secondo il rito ecclesiastico. Questa malaugurata influenza del papismo, la dipendenza della conclusione del matrimonio dai misteri e dalle cerimonie della Chiesa, dura ancora sino al presente. Anche recentemente il Reichstag germanico, sottomesso alla signoria del centro ultramontano, ha introdotto nel nuovo codice civile delle condizioni che hanno piuttosto reso difficile che facilitato il divorzio. In contrapposto a ciò la ragion pura domanda la liberazione del matrimonio dai vincoli della potestà ecclesiastica. Essa chiede che il matrimonio, fondato sull'amore reciproco, sulla reciproca stima ed inclinazione, sia in pari tempo considerato come una costituzione di società e sia, come *matrimonio civile*, protetto mediante prescrizioni legali. Quando però i due coniugi (come spesso accade) si avvedono più tardi che essi si sono reciprocamente ingannati sul loro carattere e che non vanno d'accordo l'un coll'altro, allora deve ad essi essere senz'altro libero di sciogliere la loro infelice unione. L'*obbligo*, ancor oggi dominante, pel quale il matrimonio è considerato come un sacramento e nel quale il matrimonio infelice deve ad ogni costo rimanere fisso, non serve ad altro che a provocare immorali rapporti sessuali e misfatti.

Costumi barbarici e colturali. — Tanto come nel matrimonio e nella vita di famiglia, così anche in molti altri rapporti sociali dell'età presente noi ci imbattiamo nella contraddizione fra i requisiti naturali della ragion pura ed i costumi tradizionali che la moderna coltura ha ricevuto in eredità dai più bassi popoli civili e in parte anche dagli antichi barbari e selvaggi. Nella vita pubblica degli Stati e delle comunità questo contrasto è ancora più vistoso che nella vita privata di famiglia e dei singoli individui. Mentre questi ultimi applicano spesso con vantaggio le miti dottrine della religione cristiana, della simpatia e dell'amore del prossimo, della pazienza e del sacrificio, di tutto ciò nei reciproci rapporti fra popoli e Stati non si parla affatto; qui domina il puro egoismo. Ogni nazione cerca coll'astuzia o colla potenza di soverchiare l'altra e possibilmente di dominarla, e se questa non si vuole adattare si ricorre alla forza brutale della guerra. Miserie sociali d'ogni sorta si accrescono sempre più quanto più si svolge in singole direzioni l'affinata coltura. Alessandro Sutherland ha ragione quando egli caratterizza « le nazioni dominanti d'Europa ed i loro discendenti (negli Stati Uniti d'America) » come popoli côlti inferiori. In parte noi siamo ancora *barbari!*

Mode presenti. — Quanto le masse delle moderne popolazioni côlte siano ancora distanti dallo stato ideale della coltura superiore e dal dominio della ragion pura lo mostra uno sguardo imparziale gettato sullo stato sociale, giuridico ed ecclesiastico delle « nazioni primarie d'Europa », tanto dei Germani (Tedeschi e Britanni) come dei Romani (Francesi ed Italiani). Non si ha che da esaminare comparativamente e senza preconcetti le notizie giornaliere sugli atti dei loro parlamenti e tribunali, sui loro atti governativi e sui loro rapporti sociali, per convincersi che tuttora la potenza della tradizione e della moda soffoca le giustificate e naturali richieste della ragion pura. Certamente ciò si vede nel modo più chiaro nel vincolo della moda che determina la forma, il colore e qualsiasi altra qualità dell'abbigliamento. Noi invero ci lamentiamo continuamente della *tirannia della moda;* per quanto una forma di vestimento possa essere non pratica ed assurda, brutta e costosa, essa si diffonde qualora qualche autorità la favorisca od un avido fabbricante la faccia accettare e seguire per mezzo di seducenti *réclames.* Ricordiamo solo la famosa *crinoline* delle signore di 50 anni fa e gli ancor più ridicoli *pouff* di 20 anni sono, lo sconveniente e procace scoprimento del dorso e del petto delle signore che ancora 40 anni or sono passava per *bon ton.* Una moda anche peggiore perdura da secoli nel « busto », un pezzo di abbigliamento che è altrettanto odioso dal

punto di vista estetico come dannoso dal punto di vista igienico. migliaia di donne sono ogni anno vittime di questo venerando « costume », si ammalano di stringimento epatico e muoiono di affezioni polmonari; tuttavia si mantiene sempre la fisima della bellezza della forma a clessidra del corpo femminile ed i più opportuni *Reformkleider* non penetrano chè lentamente. Allo stesso modo come per queste potenti abitudini del vestire vanno le cose per innumerevoli mode relative all'economia domestica, costumi di società, ordini di commercio e leggi dello Stato. Dovunque le giuste pretese della ragion pura non possono che lentamente e gradatamente respingere i costumi (o meglio malcostumi) consacrati.

Onore e costumi. — Come nel vestire domina esternamente la falsa « convenienza », così il falso senso d'onore domina internamente i costumi della nostra vantata coltura. Il *vero onore* dell'uomo consiste nell'interna *dignità morale*, consiste nel volere e fare ciò che per fermo convincimento egli crede buono e giusto; ma non consiste nell'*esterna approvazione* del suo caro prossimo e nella vana lode che gli porge la società convenzionale. Purtroppo dobbiamo confessare che sotto questo rapporto noi siamo ancora inceppati nei pazzi pregiudizi dei popoli di civiltà inferiore e persino dei rozzi barbari. Ciò si vede, per esempio, chiaramente nei falsi concetti dell'onore che dominano nella nostra « società educata ». Se un ufficiale od uno studente appartenente ad una corporazione è offeso da una scorretta azione o da una parola ingiuriosa egli è obbligato di lavare quest'*offesa* col sangue del suo avversario anche se questo non avesse avuto alcuna cattiva intenzione. Così si mantiene in Germania (che per questo rapporto sta al disotto degli altri popoli civili) il barbarico malcostume del duello; esso è favorito da molti principi e da influentissimi funzionarii, sebbene sia in espressa contraddizione colle leggi dello Stato. La passione per le dannose *Mensuren* delle nostre università, oltre a portar con sè perdita di tempo e pazzie d'ogni fatta, favorisce la tendenza al malcostume medioevale del duello. Inutilmente la ragion pura seguita a far notare che il duello è per più motivi ripudiabile: esso, quale « giudizio di Dio », non si può giustificare se non da rozze superstizioni, ma il caso dà spesso la morte all'innocente e fa trionfare il colpevole. Inutilmente la ragione cerca di concepire come mai l'offesa possa essere cancellata dal fatto che un avversario ne uccida o ferisca gravemente un altro. Inoltre come brutale atto di vendetta il duello contraddice ai concetti giuridici più elevati tanto come alle miti dottrine del cristiano amor fraterno. La felicità di famiglie intere vien distrutta

da un colpo di pistola o di spada che il cieco caso renda mortale. E ciò malgrado le despotiche « usanze » vogliono questa morte contro le leggi. Se allora l'omicida vien condannato a qualche mese di benigna prigionìa, per solito segue presto la grazia per opera dei principi il cui errato concetto dell'onore scusa e protegge il duello.

Costume e malcostume. — Come nei falsi concetti di onore e di decoro, così anche in molti altri rapporti esteriori del moderno mondo côlto si mostra l'enorme influenza delle abitudini sociali; molti usi cosidetti rispettabili o « buoni costumi » non sono che resti poco modificati della primitiva barbarie; molti apprezzatissimi *costumi* per la ragion pura non sono che dannosi *malcostumi.* Poichè anche questi cadono sotto il concetto di « adattamento » e poichè una stessa costumanza in un tempo viene considerata come utile, buona e conveniente, ed in un altro come nociva, cattiva e sconveniente, si vede qui ancora una volta che non è possibile limitare il concetto di « adattamento » alle variazioni utili. Lo stesso vale anche per le mutevoli norme dell'educazione, dell'istruzione, del commercio, della legislazione, ecc. Scopo ideale rimane in tutti questi campi il dominio della « ragion pura », ma solo lentamente e gradatamente questa riesce a vincere i dominanti pregiudizi e costumi che mantengono il loro vigore per le superstizioni della Chiesa e per le tendenze conservative dei Governi. Nell'impero germanico ciò risulta specialmente dopo l'ultimo decennio del secolo XIX, nel quale col crescente benessere vien sempre più apprezzato il brillante esteriore e la pompa; nei discorsi, nei pranzi ufficiali, nelle parate si dà il maggior peso a brillanti e superbe esteriorità, mentre l'interno valore è poco stimato. Milioni vengono inghiottiti nel cambiamento delle uniformi che per la difesa del popolo sono inutili. Sotto questi malcostumi bizantini che si pavoneggiano del manto del « timor di Dio » fiorisce il « materialismo pratico », mentre nello stesso tempo si aborre il vero monismo come « materialismo teorico ».

Filogenesi dei costumi. — Se noi riassumiamo brevemente quanto la moderna scienza monistica ci ha insegnato circa l'origine e lo sviluppo dei costumi umani, ne risulta presso a poco la seguente scala filetica: 1° Per adattamento a diverse condizioni d'esistenza il semplice plasma dei più antichi organismi, delle archigone monere, subisce certe modificazioni. 2° Reagendo il plasma vivente contro queste influenze e ripetendosi spesso tale reazione, questa si cambia in abitudine (come nelle catalisi di certi processi chimici anorganici). 3° Questa abitudine diviene ereditaria pel fatto che negli unicellulari

le impressioni abituali si fissano nel nucleo cellulare (carioplasma). 4° Durando tale trasmissione per molte generazioni e rafforzandosi per adattamento cumulativo essa diviene istinto. 5° Già nei cenobii dei protisti (le riunioni cellulari dei protofiti e protozoi sociali) nascono dall'associazione cellulare degli « istinti sociali ». 6° Il contrasto fra tendenza conservativa individuale e sociale, fra egoismo ed altruismo, si sviluppa nel regno animale tanto più quanto più si sviluppano e l'attività psichica e la vita sociale. 7° Negli animali superiori nascono così determinati costumi e questi divengono diritti e doveri quando dalla società (strupo, schiera, popolo) viene favorita la loro osservanza mentre l'inosservanza viene punita. 8° I popoli naturali selvaggi, che al loro più basso livello non hanno ancora una religione, si comportano riguardo ai loro costumi non diversamente dai superiori animali sociali. 9° I selvaggi superiori acquistano concetti religiosi, collegano le loro pratiche superstiziose (feticismo, animismo) con principii etici e trasformano le leggi morali empiriche in precetti religiosi. 10° Presso i barbari, ed ancor più presso i popoli civili, dall'associazione di quei concetti religiosi, morali e giuridici ereditati prendono origine più precise leggi morali. 11° Presso i popoli civili superiori e nei popoli cólti inferiori dànno la Chiesa ai precetti religiosi e la scienza del diritto alle leggi giuridiche forme sempre più precise e vincolanti; la crescente ragione rimane tuttavia variamente soggetta all'autorità dello Stato e della Chiesa. 12° Presso i popoli civili superiori la ragion pura guadagna sempre più influenza sulla vita pratica e limita l'autorità della tradizione; in base alle conoscenze biologiche si sviluppa una naturale *etica monistica*.

DICIOTTESIMA TABELLA

Contrapposizione dell'etica monistica e della dualistica

Etica monistica (*Morale fisica*).	**Etica dualistica** (*Morale metafisica*).
1. I costumi dell'uomo hanno *origine naturale* dal superiore sviluppo delle abitudini sociali dei mammiferi suoi progenitori.	1. I costumi dell'uomo hanno *origine sopranaturale* e sono assolutamente determinati da comandamenti divini o da un imperativo categorico.
2. Le leggi morali si sono dunque svolte *a posteriori* su fondamenti empirici; esse sono prodotti fisiologici del *mundus sensibilis*.	2. Le leggi morali devono dunque tenersi per date *a priori, non sviluppate;* esse sono doni del *mundus intelligibilis* (precetti divini).
3. L'imperativo categorico (di Kant e della sua scuola) è un dogma insostenibile, un'astrazione ricavata da unilaterale analisi introspettiva della ragione degli uomini côlti superiori. Dovere e coscienza presso i selvaggi sono affatto diversi.	3. L'imperativo categorico (di Kant e dei kantiani) ha come norma generale *validità incondizionata;* come prodotto della ragione pratica esso spetta a tutti gli uomini ed è esclusivamente proprio dell'uomo.
4. I concetti di *bene* e di *male* sono dunque *relativi*, in parte solo convenzionali, dipendenti dal grado d'educazione e dai gusti del tempo.	4. I concetti di *bene* e di *male* sono dunque *assoluti*, non convenzionali, indipendenti da qualsiasi stato di civiltà e grado di educazione.
5. La morale inferiore dei rozzi selvaggi si deve giudicare un *resto* del primitivo stato morale dei nostri selvaggi antenati (etica progressiva).	5. La morale inferiore dei rozzi selvaggi è da giudicarsi una *decadenza* dal puro stato morale originario dell'uomo paradisiaco (prima del «peccato») (etica regressiva).
6. La *colpa*, quale voluta trasgressione dei precetti convenzionali, è solo punibile in quanto essa menomi il benessere e lo stato normale della società. Vi è *redenzione dalla colpa* solo per via del ragionevole miglioramento, ma non v'è «perdono della colpa».	6. La *colpa*, quale voluta trasgressione delle leggi divine, è incondizionatamente punibile sia che essa dipenda da eredità («peccato originale») o da adattamento (abitudine); essa può però essere cancellata dalla *redenzione* o perdonata dalla Chiesa (quale potestà divina).
7. Poichè i costumi dell'uomo si sono sviluppati dagli istinti sociali dei vertebrati superiori e in tutti i vertebrati *non esiste un libero arbitrio*, così anche l'etica è determinata.	7. Poichè i costumi dell'uomo sono assolutamente diversi dagli istinti sociali dei vertebrati superiori e si devono ricondurre al *libero arbitrio*, così anche l'etica è *indeterminata.*

DECIMONONO CAPITOLO

DUALISMO

Mondo dei corpi e mondo degli spiriti. — Realismo e idealismo. Goethe e Schiller. Anti-Kant. — Trinità della sostanza.

« Da Kant si è come alla *fiera*, vi si trova di tutto: libero e non libero arbitrio; idealismo e confutazione dell'idealismo; ateismo ed il buon Dio. Come il *prestidigitatore* da un cappello vuoto, così Kant, con stupefazione del lettore, tira fuori dal concetto di dovere Dio, libertà, immortalità. Per vero questi *bastardi della filosofia kantiana* generati dalla mala fede non si avventurano tanto alla luce del giorno; essi si vergognano della loro esistenza poichè tutti e tre non sanno bene se poi esistano o no. Ma essi *devono* esistere perchè essi sono esseri ben accetti a Dio ed agli uomini, sopratutto alle autorità. Kant era onesto nella vita, *ambiguo e disonesto in filosofia* ».

PAUL RÉE (1903).
La filosofia di Kant.

SOMMARIO DEL CAPITOLO DECIMONONO

Concetto cosmico dualistico di Kant I e di Kant II. — Le sue antinomie. — Dualismo cosmologico. — I due mondi. — Mondo dei corpi e mondo degli spiriti. — Verità e poesia. — Goethe e Schiller. — Realismo e idealismo. — Anti-Kant. — Legge della sostanza. — Attributi della sostanza. — Sensazione ed energia. — Energia attiva e passiva. — Trinità della sostanza: Materia, forza e sensazione. — Conservazione della sensazione. — *Psyche* e *Physis*. — Conciliazione dei principii.

BIBLIOGRAFIA

Ludwig Feuerbach, 1842. *Wider den Dualismus von Leib und Seele, Fleisch und Geist. — Das Wesen des Christenthums* (Contro al dualismo di corpo ed anima carne e spirito. — L'essenza del cristianesimo). Lipsia.

Albrecht Rau, 1896. *Empfinden und Denken* (Sentire e pensare). Giessen.

Id., 1882. *Ludwig Feuerbach's Philosophie, die Naturforschung und die philosophische Kritik der Gegenwart* (La filosofia di L. Feuerbach, lo studio della natura e la critica filosofica moderna). Lipsia.

Albert Lange, 1865. *Geschichte des Materialismus und Kritik seiner Bedeutung in der Gegenwart* (Storia del materialismo e critica della sua importanza moderna). — 7ª ediz. 1902, 2º vol.: *Kant und der Materialismus* (Kant ed il materialismo). Lipsia.

Oswald Külpe, 1895. *Einleitung in die Philosophie* (Introduzione alla filosofia); 2ª ediz. 1904. Lipsia.

Immanuel Kant, 1781. *Die Kritik der reinen Vernunft* (La critica della ragion pura). Königsberg.

Id., 1783. *Prolegomena zu einer künftigen Metaphysik, die als Wissenschaft wird auftreten können* (Prolegomeni ad una futura metafisica che potrà presentarsi come scienza). Königsberg.

Id., 1788. *Die Kritik der praktischen Vernunft* (La critica della ragione pratica). Königsberg.

Id., 1790. *Die Kritik der Urtheilskraft* (La critica del raziocinio). Königsberg.

René Descartes, 1641. *Meditationes de prima philosophia.* 1644. *Principia philosophiae.* Parigi.

Arthur Schopenhauer, 1819. *Die Welt als Wille und Vorstellung* (L'universo come volontà e concetto). Lipsia.

Eduard Hartmann, 1869. *Philosophie des Unbewussten* (Filosofia dell'incosciente); 10ª ediz. 1890. Berlino.

Paul Deussen, 1902. *Die Elemente der Metaphysik* (Gli elementi della metafisica). Lipsia.

Ernst Mach, 1886. *Beiträge zur Analyse der Empfindungen* (Contributi all'analisi delle sensazioni). Jena.

Max Verworn, 1904. *Naturwissenschaft und Weltanschauung* (Scienze naturali e concetto cosmico). Lipsia.

Fritz Schultze, 1890. *Stammbaum der Philosophie* (Albero genealogico della filosofia); 2ª ediz. 1899. Lipsia.

Paul Rée, 1903. *Philosophie* (Filosofia). Berlino [Opera critica postuma di massima importanza].

La storia della filosofia c'insegna che già da oltre due millennii l'umanità pensante si è sforzata di giungere per vie molto diverse alla conoscenza della verità. Ma, per quanto molteplice espressione abbiano trovato i risultati di questo lavorìo del pensiero nei sistemi dei molti filosofi, tuttavia, da un elevato punto di vista, noi possiamo disporre tutti i diversi sistemi in due serie opposte: il monismo come filosofia unitaria ed il dualismo come concetto cosmico duplice: eminenti e tipici sostenitori del monismo sono Lucrezio e Spinoza; campioni del dualismo sono Platone e Descartes. Ma oltre ai logici pensatori dell'uno e dell'altro indirizzo vi sono ancora numerosi filosofi che oscillano qua e là fra i due o che in diversi periodi della loro vita hanno sostenuto opposti concetti. Queste stesse contraddizioni rappresentano allora alla loro volta un personale dualismo nelle convinzioni del relativo pensatore. L'esempio più interessante ce ne è dato da Emanuele Kant; poichè il suo sistema di filosofia critica ha ancor oggi massima influenza e poichè io nelle più importanti questioni dei « Problemi dell' universo » e delle « Meraviglie della vita » sono stato obbligato a contrapporre le mie convinzioni monistiche ai concetti dualistici di Kant, sembra utile chiarire qui ancor una volta e motivare questo contrasto. Mi tengo tanto più obbligato a ciò perchè una delle più acute fra le numerose repliche provocate dai miei « Problemi dell'universo », quella del metafisico Erich Adickes di Kiel, porta questo titolo significante: « Kant contro Haeckel; Teoria del conoscimento contro il dogmatismo scientifico » (Berlino 1901).

I due Kant. — Nelle « Professioni di fede della ragion pura » che io pubblicai nel 1903 come appendice all'edizione popolare dei « Problemi dell' universo » io, di fronte ad Adickes e ad altri difensori del dualismo di Kant, rilevai la stridente contraddizione in cui stanno « i grandiosi pensieri evolutivi del filosofo naturale Kant colle mistiche dottrine che più tardi il metafisico dualista Kant pose a base di tutta la sua teoria della conoscenza e che oggi sono di nuovo molto in auge. Appunto ogni qualvolta si considerano le sue

dottrine si deve dapprima domandare: Di quale Kant si parla? del Kant n. 1, il fondatore della cosmogenia monistica, il *critico* scrutatore della ragion pura? o del Kant n. 2, l'autore della dualistica critica del raziocinio, il dogmatico scopritore della ragion pratica? Kant n. 1 affermava « la comprensione e l'origine *meccanica* di tutto l'edifizio dell'universo secondo i principii di Newton » e stabilì la proposizione che solo il *meccanismo* include una vera spiegazione dei fenomeni; Kant n. 2 invece sosteneva la necessaria subordinazione del principio del meccanismo sotto a quello *teleologico* della spiegazione di una cosa come scopo naturale. Kant n. 1, il filosofo critico della natura, dimostrò convincentemente che i tre dogmi centrali della metafisica, Dio, libertà ed immortalità, non sono accessibili alla ragion pura nè da essa dimostrabili. Invece Kant n. 2, il dogmatico campione della fede, osservò che questi tre mistici parti della fantasia sono indispensabili postulati della ragion pratica. Questo profondo contrasto tra due inconciliabili principii, tra il puro conoscimento teoretico e le proposizioni pratiche della fede si prosegue attraverso al lungo lavoro del pensiero di Kant dal principio alla fine, e non è mai giunto ad una composizione ». Che questo contrasto abbia sopratutto massima importanza relativamente alla posizione di Kant di fronte alla teoria dell'evoluzione, io l'avevo già mostrato nella prima edizione della « Storia della creazione naturale » (1868, confer. V). Del resto le contraddizioni fondamentali fra i due concetti cosmici di Kant sono già state spesso trattate e sono state riconosciute da tutti i critici imparziali del suo idealismo trascendente; recentissimamente le ha sopratutto lumeggiate in modo molto netto Paul Rée nella sua critica « Filosofia » (1903). Perciò sul *fatto* di esse non abbiamo più bisogno di perdere parola, bensì dobbiamo ancora chiederci alquanto delle loro *cause*.

Antinomie di Kant. — Un così acuto e vasto pensatore come Kant era naturalmente ben conscio di quell'interna profonda contraddizione del suo concetto dualistico del cosmo. Egli cercò di spiegarla colla sua dottrina delle *antinomie;* egli affermò che la teorica ragion pura cade in contraddizione con sè stessa quando essa cerca di pensare il complesso dei fenomeni naturali come totalità, come un tutto in sè stesso chiuso. In ogni logico tentativo di concetto cosmico unitario e completo dovrebbero risultare simili insolubili antinomie, proposizioni intimamente contraddicentisi le quali si possono dimostrare con ragioni ugualmente buone. Così, per es., la fisica e la chimica affermano che la materia debba risultare di atomi, sue ultime particelle semplici; la logica invece afferma che la materia

è divisibile all'infinito. Secondo l'una opinione il tempo e lo spazio sono infiniti, senza limiti; secondo l'altra, finiti e limitati. Ora Kant cercò di spiegare queste contraddizioni col suo idealismo trascendente, coll'ammettere che le cose e la loro connessione non esistono che nel nostro concetto, non in sè e per sè. Così egli giunse alla falsa teoria della conoscenza che si nobilita col nome di «criticismo», mentre di fatto non è che una nuova forma di dogmatismo. Per essa le antinomie non vengono affatto spiegate ma solo scostate; inoltre l'affermazione che tesi ed antitesi si potessero dimostrare ugualmente bene era affatto erronea.

Dualismo cosmologico. — La celebre opera giovanile di Kant, la «Storia naturale generale e teoria del cielo» (1755) nei suoi arditi pensieri fondamentali era puramente *monistica*, poichè essa conteneva il grandioso tentativo «di spiegare secondo i principii newtoniani la comprensione e l'origine *meccanica* dell'intero edifizio dell'universo». Questo saggio non ebbe la sua dimostrazione strettamente matematica che 50 anni dopo per opera del grande matematico francese Laplace nella sua «Exposition du système du monde» (1796). Quest'impavido e monistico pensatore era un logico *ateo* e dichiarò al grande Napoleone I che per Dio nella sua «Mécanique céleste» (1799) non v'era più posto. Kant invece trovò più tardi che veramente per l'esistenza di Dio non si potevano trovare ragionevoli prove, che però per ragioni morali vi si dovesse *credere*. Lo stesso egli affermò anche per l'immortalità dell'azione ed il libero arbitrio. Per ricevere questi tre oggetti di fede egli costrusse allora uno speciale mondo intelligibile; la «coscienza morale» ci dovrebbe obbligare a credere alla esistenza di questo «mondo soprasensibile» sebbene la nostra pura ragione teoretica sia completamente incapace a farsi di ciò un qualche concetto. L'imperativo categorico (di cui nel capitolo XVIII abbiamo già dimostrato l'insostenibilità) dovrebbe determinare incondizionatamente la nostra coscienza morale, la distinzione di «bene e male». Elaborando ulteriormente la sua etica metafisica Kant dichiarò poi espressamente che la ragion pratica debba avere la prevalenza (od il primato) sulla teoretica, o, con altre parole, *che la fede stia al disopra del sapere*. Così, a qualsiasi mistica teologia, ad ogni credenza irragionevole era assicurata l'entrata nel concetto cosmico prima che a qualsivoglia ragionevole conoscenza della natura.

I due mondi. — Mentre l'antica filosofia naturale dei Greci pensava con meravigliosa chiarezza in modo schiettamente monistico, mentre Anassimandro ed il suo discepolo Anassimene (nel secolo VI

av. C.) comprendevano l'universo affatto unitariamente nel senso del nostro moderno ilozoismo, Platone per primo (200 anni dopo) elaborò scientificamente l'idea dualistica di due diversi mondi. Il *mondo dei corpi* è reale, accessibile all'esperienza dei nostri sensi, manifestazione materiale, mutabile e caduco; gli sta di fronte il *mondo degli spiriti* o mondo delle idee, accessibile solo al pensiero, sovrasensibile, ideale, in pari tempo imperituro ed immutabile. Le cose corporee, quali oggetti della *fisica*, non sono che immagini passeggere, materiali delle eterne idee, dei veri « artefici primitivi delle cose »; questi ultimi sono inaccessibili all'esperienza, oggetti della *metafisica*. Anche l'uomo, la più perfetta delle cose, appartiene a questi due diversi mondi; il suo corpo materiale è mortale e passeggero, carcere dell'anima invisibile, immortale. Le eterne idee non si trattengono che temporaneamente nel mondo dei corpi nel terreno *al di qua;* del resto esse han fissa dimora nell'*al di là*, nell'invisibile mondo degli spiriti dove la suprema idea (Dio, o idea del buono) tutto comanda in perfetta unità. L'anima umana, dotata di libero arbitrio, ha il dovere, perfezionando le tre facoltà morali fondamentali: pensiero, coraggio e curiosità, di svolgere le tre virtù cardinali: saviezza, valore e riflessione. Questi principii fondamentali di Platone, che furono sistematicamente svolti più oltre dal suo discepolo Aristotele, trovarono generale accoglimento in amplissime sfere tanto più che essi si potevano perfettamente collegare colle religiose dottrine fondamentali, apparse 400 anni più tardi, del cristianesimo. La gran maggioranza dei successivi sistemi filosofici e religiosi si mossero nelle stesse vie dualistiche. Anche la metafisica di Kant non ne era che una nuova forma; solo di questa viene velato il carattere dogmatico appendendole davanti l'abbagliante insegna di *critica*.

Il mondo dei corpi (*mundus sensibilis*). — I mirabili progressi fatti dalle scienze naturali nel secolo XIX ci hanno aperto smisurati campi del mondo reale i cui fenomeni sono accessibili all'osservazione dei nostri sensi ed all'intendimento del nostro fronema; essi non ci hanno tuttavia insegnato a conoscere un fatto solo che accenni all'esistenza di un mondo immateriale. Piuttosto è sempre più risultato che il cosidetto « *al di là* », il mondo delle idee di Platone, il mondo intelligibile di Kant, è una pura creazione della fantasia e non ha valore che come oggetto di poesia. Sopratutto la fisica e la chimica hanno mostrato con certezza che tutti i fenomeni accessibili all'osservazione dipendono da leggi fisiche e chimiche, che tutti si devono ricondurre all'unitaria, universalmente valida, *legge della sostanza*. L'antropogenia ci ha persuasi che l'uomo non si è sviluppato che nel tardo terziario da una serie di progenitori mammali; l'anatomia e fisiologia comparate han dimostrato che la sua « anima » è una funzione del cervello, che la sua volontà non è libera, che il suo « spirito » è la funzione del fronema della corteccia cerebrale; la funzione

fisiologica di quest'anima è legata al suo organo, colla morte di questo essa si distrugge e non può essere più « immortale » dell'anima degli altri mammiferi. Finalmente la moderna cosmologia e cosmogenia hanno dimostrato che dell'esistenza e dell'attività di un Dio individuale estramondano non si può trovare traccia in nessun sito. Tutto ciò che è accessibile al nostro conoscimento scientifico fa parte del *mondo dei corpi*, del *mundus sensibilis*.

Il mondo degli spiriti (*mundus intelligibilis*). — Nelle sue considerazioni metafisiche sul *mundus intelligibilis*, sul mondo sovrasensibile, Kant insiste sopratutto sul notare che esso non ci è accessibile per mezzo dell'esperienza, ma solo per mezzo della fede. La nostra « coscienza morale » ci dovrebbe convincere della sua esistenza, senza però permetterci di farcene un'immagine sensibile o anche solo un'idea concepibile. I tre grandi « misteri centrali della metafisica », il Dio individuale, l'anima immortale ed il libero arbitrio, sono per conseguenza vuote idee senza contenuto nè estensione (propriamente torbidi « sogni di un veggente »!). Tuttavia, poichè da queste vuote parole non c'è nulla da cavare, il più dei successori ed aderenti di Kant si sono sforzati di dare a quei tre concetti centrali un positivo contenuto e limite, per solito raccordandosi alle leggende tradizionali ed ai dogmi religiosi. Non solo i kantiani ortodossi ma persino dei filosofi naturali così critici come Schleiden hanno sostenuto fermamente la dogmatica affermazione che Kant ed i suoi discepoli hanno stabilito le tre idee trascendenti « anima, libertà, Dio » così sicuramente come Keppler, Newton e Laplace « le leggi del corso degli astri »; erroneamente credè Schleiden con questa direzione dogmatica d'aver confutato il « materialismo della recente scienza tedesca ». Di fronte a lui notò già Lange nella sua eccellente « Storia del materialismo » (vol. II, pag. 2) che un tale dogmatismo è assolutamente estraneo allo spirito della pura critica della ragione, e che Kant aveva relegato quelle idee, come affatto inaccessibili a prove positive o negative, nel campo della filosofia pratica. Ma Lange dice più oltre: « Kant non volle vedere ciò che già non volle vedere Platone, che il mondo intelligibile è un *mondo della fantasia*, e che appunto da ciò dipende il suo valore e la sua dignità (vol. II, p. 61). Ma se queste creazioni della fantasia poetica sono pure « fantasie della fede », se non ci è dato farcene alcun concetto positivo o negativo, allora noi domandiamo: Alfine che cosa ha da fare quest'immaginario mondo degli spiriti col conoscimento della *verità?*

Verità e poesia. — Tracciando in questa occasione i limiti fra verità e poesia noi dobbiamo dapprima trattare dell'importanza che spetta a queste due sfere di concetti per la formazione di un determinato concetto cosmico. Indubbiamente la nostra scienza umana è limitata; alla nostra conoscenza della verità son fissati certi limiti dall'organizzazione innata (ereditata da una serie di progenitori animali) del nostro cervello e dei nostri organi di senso. Kant nella sua teoria critica della conoscenza ha dunque ragione dicendo che noi non possiamo mai conoscere che i *fenomeni* delle cose, non la loro intima ignota essenza che egli chiama la « cosa in sè ». Egli ha invece torto e travia la nostra conoscenza della natura quando mette in dubbio la realtà del mondo esterno ed afferma che esso *non esista* che nei nostri concetti, in altre parole, che « la vita è un sogno ». Dal fatto che noi coll'aiuto dei nostri sensi e del nostro fronema non riconosciamo che *una parte* delle proprietà delle cose (più o meno incompletamente) non segue tuttavia che noi dobbiamo mettere in dubbio l'*esistenza* di esse nel tempo e nello spazio; anzi questi sono per noi indispensabili « forme del concetto ». Il bisogno di causalità insito nella

nostra ragione ci spinge però a completare le lacune delle nostre conoscenze mediante la nostra forza d'immaginazione, e così ad acquistare un'idea approssimativa del *tutto*. Quest'attività della fantasia si può chiamare *poesia* in ampio senso, *ipotesi* nel campo scientifico, *fede* nel campo religioso. Ma questi prodotti della fantasia devono sempre assumere una forma concreta, cioè presentarsi come *concetti* (dokesi: problemi 136). Perciò infatti la poesia che costruisce il mondo ideale non si contenta mai di ammettere semplicemente (come vuole Kant) l'esistenza di questo, ma si forma a suo riguardo qualche « concetto ». Questi « aspetti della fede », quali Swoboda (l. c.) li ha così eccellentemente presentati nella loro infinita molteplicità, non hanno tuttavia un valore teorico per il concetto cosmico se non quando essi non contraddicano alle conoscenze scientificamente acquisite (quando siano dunque ipotesi lecite, per quanto provvisorie); altrimenti essi per la conoscenza della verità sono privi di valore, per quanto possano praticamente, eticamente essere utili. Noi riconosciamo dunque volentieri l'alto valore etico e specialmente pedagogico della poesia, della leggenda e del mito, ma nella nostra ricerca della verità ci è impossibile dare a loro il primato sulla conoscenza empirica. Personalmente io sono intimamente d'accordo coll'eccellente critica del concetto cosmico kantiano che dà Alberto Lange nella sua « Storia del materialismo » (vol. II, p. 1-63), ma non posso più seguirlo quando egli vi trasporta il suo idealismo dal campo pratico della ragione a quello teorico ed utilizza contro al monismo ed al realismo l'erronea teoria della conoscenza che ne deriva. È giusto quel che dice Lange: « Non mancava a Kant l'intelletto per un tale concetto del mondo intelligibile (come mondo della fantasia), ma tutto l'andamento della sua educazione ed il tempo in cui ha radice la sua vita psichica gli impediscono qui di giungere a piena luce. Come gli era vietato di trovare per la poderosa costruzione dei suoi pensieri una forma nobile, libera da rigiri medioevali, così anche la sua filosofia positiva non giunse a intera e libera esplicazione. Ma la sua filosofia sta con una *testa di Giano* al limite fra due epoche. Egli stesso, malgrado tutti gli errori delle sue deduzioni, è diventato un tal *maestro d'ideale;* più di tutti comprese Schiller con genio divinatore l'intimo delle sue dottrine e le purificò dalle loro magagne scolastiche. Kant crede che il « *mundus intelligibilis* » si possa solo pensare, non concepire, ma ciò che egli ne pensa deve avere una « realtà obbiettiva ». Schiller ha con ragione reso *sensibile* il mondo intelligibile col trattarlo da poeta, e con ciò egli calcò le orme di Platone, il quale in contraddizione colla sua propria dialettica diede la sua più alta creazione quando nel *mito* rese sensibile il soprasensibile. Schiller, il « poeta della libertà », poteva osare di trasportare apertamente la libertà nel «*regno dei sogni*» e nel «regno delle ombre» perchè nelle sue mani sogni ed ombre si ergevano a *ideale* ». Data l'alta importanza che spettò all'idealismo delle poesie di Schiller nella diffusione della filosofia pratica di Kant, vogliamo qui ancora gettare un'occhiata sul suo concetto idealistico del cosmo, paragonato con quello realistico di Goethe.

Goethe e Schiller. — Il fondamentale contrasto fra i concetti cosmici dei due nostri massimi poeti nel nostro classico periodo letterario tedesco si è profondamente basato nella loro natura; ciò è già stato così spesso detto e dimostrato ed in pari tempo è stato così spesso rilevato come felicemente si completino questi due potenti eroi del pensiero, che qui non abbiamo che da ricordarlo brevemente.

Per quanto riguarda Goethe, io già nel 1866 (nella « Morfologia generale ») mi sono sforzato di chiarire l'importanza storica che gli spetta nella nostra moderna teoria dell'evoluzione e nel monismo che su essa è fondato. Questo massimo genio tedesco, malgrado la sua stupefacente molteplicità, trovò ancora tempo non solo di dedicare preziosi anni allo studio morfologico degli organismi ma ancora a fondare su questa base empirica certe teorie biologiche; la sua metamorfosi delle piante e la sua teoria vertebrale del cranio ci autorizzano ad ammirare in lui uno dei più antichi e più importanti precursori di Darwin. Spiegando queste cose nella conferenza della « Storia della creazione naturale » io rilevai pure la profonda importanza che avevano quegli studii morfologici collegati coll'idea dell'evoluzione per il concetto cosmico monistico di Goethe; essi lo condussero direttamente al monismo ed all'ammirazione del panteismo monistico di Spinoza. Schiller per questi studii non trova nè profondo interesse, nè chiaro intelletto. La sua filosofia idealistica lo condusse piuttosto ad occuparsi a fondo della metafisica dualistica di Kant ed a riconoscere i suoi tre misteri centrali · Dio, anima e libertà. Tanto Schiller come Goethe avevano profonde conoscenze di antropologia e psicologia. Ma sull'idealismo trascendentale di Schiller in cui prevaleva l'elemento etico-estetico, gli studii anatomici e fisiologici che egli dovette fare come chirurgo militare non esercitarono che debole influenza. Invece per il realismo empirico di Goethe i suoi studii accidentali di medicina in Strasburgo e molto più ma più tardi i suoi studii comparativi zoologici e botanici in Jena e Weimar ebbero massima importanza.

Realismo e idealismo. — Il contrasto biologico che così si rivelò fra Goethe e Schiller nella base empirica del loro concetto cosmico rispecchia dinuovo in certo modo la faccia di Giano che mostra ancora ai nostri giorni il genio filosofico del popolo tedesco. Dei nostri due massimi poeti il realista Goethe è profondamente penetrato nello studio del mondo dei corpi e cerca con Spinoza di riconoscere l'unità dell'universo. Per contro l'idealista Schiller vive di preferenza nel mondo degli spiriti e cerca con Kant di utilizzare per l'« educazione del genere umano » i suoi ideali etici « Dio, libertà ed immortalità ». Entrambi questi indirizzi di pensiero hanno condotto il genio germanico (come 2000 anni fa l'ellenico) ad un gran numero di importantissime creazioni della vita psichica. Goethe nella sua vita ha praticamente realizzato l'ideale che Kant aveva teoricamente scoperto e che Schiller aveva posto come degna meta dell'avvenire.

È però erroneo il volere concludere da singole espressioni di

Goethe che egli occasionalmente avesse anche accettato nel suo concetto cosmico il dualismo di Kant. Certe comunicazioni che a questo riguardo ci ha tramandato l'Eckermann da sue conversazioni con Goethe sono da accettarsi con grande cautela. Già questa citatissima fonte letteraria non è pura; molte espressioni che il piccolo Eckermann mette in bocca al grande Goethe contraddicono affatto al suo carattere e sono più o meno alterate. Quando però moderni altolocati predicatori di Berlino ci annunziano addirittura che Goethe abbia tanto come Schiller salvati gli alti ideali di Dio, libertà ed immortalità, o persino che egli abbia testimoniato in favore delle sue superstizioni ecclesiastiche cristiane, essi mostrano solo quanto poco essi conoscano la profonda differenza fra i concetti cosmici di entrambi i poeti. Goethe si diceva notoriamente « *deciso non cristiano* ». La professione di fede del « *grande pagano* » Goethe, da lui esposta nel « Faust » e nel « Prometeo » in « Dio ed universo » ed in cento altre splendide poesie, è il puro *monismo* precisamente pel suo indirizzo panteistico che noi riconosciamo per l'unico conforme a natura, il puro ilozoismo; esso è tanto differente dall'unilaterale materialismo di Holbach e Carlo Vogt come dall'estremo dinamismo di Leibnitz ed Ostwald. Per contro Schiller era affatto ostile a questo concetto realistico del cosmo; il suo senso idealistico fuggì dalla natura nel mondo dello spirito. Ma il nostro ilozoismo *teorico* non esclude affatto il *pratico* idealismo, come mostrò Goethe in tutta la sua vita. Inversamente altolocati principi e sacerdoti mostrano spesso come l'idealismo teorico si possa ben combinare col materialismo pratico, con l'edonismo.

Anti-Kant. — Nel febbraio del 1904 fu festeggiato da tutto il mondo côlto il centesimo anniversario della morte di Kant. In numerosi discorsi e scritti accademici egli fu celebrato come il massimo pensatore tedesco. Emanuele Kant morì il 12 febbraio 1804, nello stesso giorno in cui cinque anni più tardi nacque Carlo Darwin. Indubbiamente l'influenza di Kant su tutto lo sviluppo della filosofia tedesca fu di massima importanza. Tuttavia, pur riconoscendo largamente il suo singolare genio, non si deve chiudere gli occhi alle strane contraddizioni e mancanze del suo dualistico concetto del cosmo; dal punto di vista monistico della moderna conoscenza della natura si deve anzi ritenere l'influsso della sua prepotente *autorità* durante tutto il secolo XIX come *nocivo*. Certissimamente Kant aveva un talento straordinario per sottili speculazioni filosofiche, per pensieri penetranti e complicate concezioni e nella vita unì a queste geniali attitudini un carattere illibato ed un senso insospettabile di verità;

nella vita ma non nel pensiero! Fu una grande sventura per Kant e per la scuola filosofica da lui diretta che l'andamento della sua educazione gli abbia impedito di procacciarsi una fondata conoscenza ed un concetto naturale del mondo reale. Per tutta la vita rinchiuso negli angusti limiti della sua città natale di Königsberg, egli non varcò mai i confini della provincia prussiana e non imparò mai a conoscere coi viaggi l'ampio mondo. Nello studio della natura egli si limitò alla fisica del mondo inorganico, nello studio dell'uomo si limitò all'anima immortale. Compiti i suoi studii universitarii Kant dovette per nove anni (dal 22° al 31° anno di vita) guadagnarsi il pane come insegnante privato, appunto in quel periodo più importante della giovinezza in cui, avuta l'educazione accademica, si decide lo sviluppo indipendente del carattere personale e scientifico per tutta la seguente vita.

A queste sfavorevoli condizioni esterne di adattamento psichico si aggiunse ancora nel carattere di Kant una tendenza *mistica* la quale fu determinata per *eredità* dai suoi pii genitori e consolidata da un'educazione strettamente religiosa nella prima gioventù. Così, segnatamente nei tardi anni, venne per lui sempre più in prima linea la *fede* nei tre misteri centrali; egli dà ad essi la precedenza su tutte le conoscenze della pura ragione teorica, sebbene egli ammettesse che non è possibile farci di essi alcun concetto positivo o negativo. Ma come può la fede in Dio, nella libertà e nell'immortalità determinare come sommo postulato della ragion pratica l'intero concetto cosmico se con questi tre concetti fondamentali non si può collegare alcun'immagine?

Realismo. — Ogni filosofia che meriti questo nome deve anzitutto procacciarsi come base del suo lavoro di pensieri chiari *concetti;* essa coi concetti fondamentali deve collegare determinate rappresentazioni. Perciò il più dei seguaci di Kant non si sono contentati a seguire la sua prescrizione, a *credere* solo nei tre misteri centrali, ma si sono sforzati di porre sotto ai vuoti concetti di Dio, libertà ed immortalità determinate immagini. Così essi si sono rannodati alle creazioni fantastiche delle religioni e dal campo della reale conoscenza dell'universo sono passati nel campo trascendente della poesia. Il nostro concetto cosmico monistico fondato su reale conoscenza della natura respinge questo dualismo e si volge al puro monismo ilozoico.

Critica di Kant. — La straordinaria esaltazione di Kant, che in occasione delle sue feste secolari di quest'anno si palesò in innumerevoli discorsi e scritti, dovette apparire strana ad alcuni naturalisti

che vedono nell'idealismo trascendentale di Kant il maggior impedimento al progresso della moderna filosofia naturale monistica. Essa tuttavia si spiega facilmente per diverse ragioni evidenti. Anzitutto è qui significantissima l'*intima contraddizione* fra concetti fondamentalmente opposti, poichè ciascuno poteva cercar fuori dalle opere di Kant ciò che corrispondeva alla sua convinzione: il fisico monistico, la dominazione meccanica della legge naturale in tutto il mondo riconoscibile; il metafisico dualistico, la libera possanza dello scopo divino nel mondo immateriale degli spiriti. Il medico e il fisiologo potevano constatare con piacere che Kant non aveva potuto trovare nella ragion pura nessuna prova per l'esistenza di Dio, l'immortalità dell'anima e il libero arbitrio; il giurista e il teologo potevano con ugual soddisfazione affermare che Kant aveva nella ragion pratica stabilito questi tre grandi « dogmi centrali » della metafisica come indispensabili postulati.

Come queste inconciliabili contraddizioni del concetto cosmico di Kant si possano in parte spiegare colla sua « Metamorfosi psicologica » l'ho già mostrato nel capitolo VI dei « Problemi dell'universo ».

Ma sono appunto queste diametrali contraddizioni che attraversano la filosofia di Kant da un capo all'altro quelle che le guadagnano il massimo favore in ampie sfere. Il côlto pubblico cui interessa farsi un concetto del cosmo legge per vero raramente e con pena nell'originale le opere di Kant spesso difficili a comprendersi (talora terribilmente imbrogliate), ma è interamente contento se egli da estratti o dalle storie della filosofia apprende che al « vecchio di Königsberg » è felicemente riuscito di trovare la quadratura del circolo, cioè l'armonica conciliazione della conoscenza della natura coi tre dogmi centrali della metafisica. L'« autorità » cui spetta sopratutto di salvare questi ultimi favorisce inoltre le dottrine dei dogmi di Kant perchè esse deviano la gente dalla vera spiegazione e distolgono dal pensare indipendentemente. Ciò vale sopratutto pel Ministero dell'istruzione dei due più grandi ed influenti Stati della Germania: Prussia e Baviera; nei loro manifesti sforzi per sottoporre la *scuola* al dominio della *Chiesa* è per esso sopratutto desiderabile il « primato della ragione pratica », cioè la soggezione della « ragion pura » alle fedi della rivelazione. Ma per le università tedesche la « fede in Kant » vale ancor oggi come carta d'ammissione allo studio della filosofia. Chi vuol vedere di qual nociva influenza sia quest'ufficiale « fede in Kant » sui progressi del concetto cosmico naturale ne legga la letale critica nell'ottima opera postuma di Paul Rée (« Filosofia », Berlino 1903).

Legge della sostanza. — In fondamentale contrasto coi concetti dualistici che ancora presentemente dominano le cattedre della filosofia ufficiale (sopratutto in Germania) noi dobbiamo stabilire il nostro concetto cosmico monistico della *validità generale della legge della sostanza.* Questa vera « legge universale » riunisce in sè senza contraddizioni la fisica *legge dell'energia* (« conservazione della forza ») e la chimica *legge della materia* (« conservazione della materia »). Poichè nel capitolo XII dei « Problemi dell'universo » ho già chiarito il mio concetto personale circa questa massima « legge naturale » io qui ricorderò solo ancora una volta che la sua validità generale è indipendente dalla speciale idea che si può avere delle relazioni tra « forza e materia ». Il materialismo di Holbach e Büchner insiste unilateralmente sull' importanza della *materia;* il dinamismo di Leibnitz ed Oswald rilevano altrettanto unilateralmente l'importanza dell'energia. Se noi evitiamo entrambi questi unilaterali concetti e consideriamo « Forza e Materia » come inseparabili attributi dell'universale sostanza noi giungiamo al *puro monismo* quale esso ci appare nel concetto cosmico di Spinoza e Goethe. Noi possiamo allora con Ermanno Kroll sostituire alla parola « sostanza » quella di « forza-materia ». È indipendente da ciò l'ulteriore questione se noi possiamo tenere per giusto il concetto cinetico di sostanza della moderna fisica ovvero il concetto picnotico di sostanza che è stato recentemente con molta acutezza svolto da J. G. Vogt (« Problemi dell'universo », capitolo XII).

Attributi della sostanza. — Spinoza aveva già indicato come i due unici « attributi » della sostanza che siano conoscibili dall'uomo (cioè come le proprietà fondamentali inseparabili senza le quali la sua essenza non è pensabile) l'« estensione » ed il « pensiero »; secondo il nostro moderno modo di esprimerci, la « forza » e la « materia ». Infatti l'« esteso », cioè ciò che riempie lo spazio, gli è appunto la *materia;* invece il « pensiero » in Spinoza significa naturalmente, non la funzione cerebrale del problema umano, che la fisiologia moderna comprende sotto il nome di « cerebrazione » ma l'*energia* in senso generalissimo. Mentre il nostro ilozoico monismo considera in questo senso la psiche umana solo come una forma speciale di energia, invece il dominante dualismo o vitalismo fondandosi sull'autorità di Kant afferma che l'energia psichica e quella fisica sono due concetti fondamentalmente diversi, appartenendo la prima all'immateriale *mundus intelligibilis*, la seconda al materiale *mundus sensibilis.* La teoria del parallelismo psico-fisico quale essa è stata recentemente svolta sopratutto da Wundt (1892) insiste specialmente su questo

dualistico contrasto; essa afferma bensì che « a ciascun fatto psichico corrispondono certi processi fisici, ma che questi due fatti sono interamente indipendenti l'uno dall'altro e non stanno in naturale nesso causale » (cfr. « Problemi dell'universo », capitolo VI).

Sostanza sensibile. — Questo idealismo così diffuso trova il suo più saldo appoggio nella difficoltà di collegare direttamente i processi della *sensibilità* con quelli del *movimento;* così i primi vengono considerati come una forma psichica, gli altri come una forma fisica dell'energia. La trasformazione degli stimoli esterni (per es. raggi solari; onde sonore) in una sensazione interna (vedere, udire) vien bensì considerata dalla fisiologia monistica come un processo di trasformazione di forza, come cambiamento dell'energia fotica o acustica in specifica « energia nervosa »; l'importante teoria dell'« energia specifica » dei sensi sensorii, stabilita da Johannes Müller, forma qui il ponte di passaggio fra quei due mondi. Ma le *immagini* provocate da quelle sensazioni, i processi centrali che si compiono nell'organo pensante o fronema per cui quelle impressioni diventano coscienti son tuttavia generalmente considerati come un'incomprensibile « meraviglia della vita ». Frattanto già nel capitolo X dei miei « Problemi del mondo » io ho cercato di mostrare che anche la *coscienza* non è altro che una speciale forma di energia nervosa e, recentemente, Ostwald nella sua « Filosofia naturale » ha sviluppato più oltre questo pensiero.

Sensibilità ed energia. — I processi di movimento che noi osserviamo in ogni trasformazione di una forma d'energia in un'altra, in ogni trapasso da energia potenziale ad energia attuale, si subordinano alle leggi generali della *meccanica.* Ora la metafisica dualistica ha fatto valere con ragione contro il « concetto cosmico meccanico » che per tal modo non sono scoperte le intime cause di quei movimenti; queste essa ricerca nelle « forze psichiche ». Ma secondo la nostra monistica convinzione queste non sono « forze immateriali », ma forze fondate sulla sensibilità generale della sostanza che noi designiamo col nome di *psicoma* e che noi contrapponiamo come terzo attributo della sostanza tanto all'energia come alla materia.

Trinità della sostanza. — Le difficoltà che presenta l'unione del nostro monismo colla teoria della sostanza di Spinoza sono superate quando si separa il concetto di energia da quello di sensibilità e lo si limita alla meccanica, cosicchè il movimento venga posto come terza proprietà essenziale della sostanza a lato della materia

(l'« esteso ») ed alla sensibilità (il « pensante »); si può anche scindere il concetto di *energia* in quello di *energia attiva* (= volere, nel senso di Schopenhauer) ed in quello di energia passiva (sensibilità in ampio senso). Di fatto l'energia, alla quale la moderna energetica cerca di ricondurre tutti i fenomeni, non trova nella dottrina della sostanza di Spinoza un posto indipendente vicino alla sensibilità; nell'attributo del pensare (cioè della psiche, dello spirito o della forza) sono per lui riunite sensazione ed energia. Io sono convinto che la sensibilità è connessa con ogni materia tanto come il movimento e che appunto questa *trinità della sostanza* è la più sicura base del nostro monismo moderno; io la formolo in queste tre proposizioni: 1° nessuna materia senza forza e senza sensibilità; 2° nessuna forza senza materia e senza sensibilità; 3° nessuna sensibilità senza materia e senza forza. In tutto l'universo come in tutte le minime parti di esso, in ciascun atomo come in ciascuna molecola questi tre attributi fondamentali della sostanza sono indissolubilmente riuniti. Vista la fondamentale importanza che ha questo modo di vedere pel nostro sistema ilozoico di monismo, sembra opportuno considerare ancora una volta ciascuno di questi attributi per sè ed in relazione colla legge della sostanza.

A. *Materia.* — Come « sostanza estesa » (*extensa*) la materia riempie tutto l'infinito spazio e ciascun singolo corpo occupa, come sostanza reale, una parte di questo universo; la *legge della conservazione della materia* (Lavoisier, 1789) ci dimostra che la somma della materia è eterna ed invariabile. Ciò vale allo stesso modo per tutte le diverse *sorta di massa* che noi distinguiamo come elementi chimici, per la « sostanza condensata » (ponderabile) come per l'etere od « etere cosmico » il quale riempie tutti gli interspazii fra gli atomi e le molecole della massa, la cosidetta « sostanza in tensione » (od imponderabile). Il solito disprezzo della materia (con l'annesso disprezzo del materialismo), il suo abbassamento di fronte allo « spirito », si spiegano da un lato coll'abitudine di parlare di « materia rozza o morta » dall'altro lato dal radicato misticismo ereditario che noi abbiamo ereditato dai nostri barbari antenati e dal quale non ci possiamo che difficilmente liberare.

B. *Energia* (= *Forza*). — Noi comprendiamo come « sostanza in movimento » (*dynamis*) « tutte le parti dell'infinito spazio » in eterno ed ininterrotto movimento. Ogni processo chimico, ogni fenomeno fisico è legato con un mutamento di posizione delle particelle che compongono la materia. La *legge della conservazione della forza* (Roberto Mayer, 1842) ci ha insegnato che la somma della forza od energia la quale agisce sempre ed in ogni luogo nell'universo e che

determina tutti i fenomeni è invariabile. Nella composizione o scomposizione di ogni combinazione chimica le particelle materiali si muovono l'una verso l'altra tanto come in ogni processo meccanico, termico, elettrico, ecc. Le modificazioni che così avvengono, dipendono, nei corpi organici come negli anorgici, da una costante trasformazione di forza; una forma di forza si trasforma nell'altra senza che mai la più piccola particella della somma totale vada perduta. Modernamente questa legge fondamentale ed universalmente riconosciuta vien chiamata *legge della conservazione dell'energia* (o brevemente «principio dell'energia») poichè i due concetti di forza ed energia furono dalla moderna fisica più nettamente separati; ora si definisce per solito l'energia come il prodotto della forza e del percorso. Frattanto è da notare che ciò malgrado il concetto di «energia» (equivalente a *lavoro* in senso fisico) viene anche oggi usato spesso in vario senso, appunto come avveniva una volta pel concetto di forza. Così si usa ancora spesso l'espressione *forza di tensione* per energia *potenziale*, e l'espressione «forza viva» per energia *attuale* («Problemi dell'universo», pag. 265). Altri ancora definiscono l'energia come «lavoro o tutto ciò che nasce da lavoro e che in lavoro si può trasformare». Una speciale scuola detta del volontarismo (Wundt) riconduce la forza motrice dell'energia alla *volontà*. Già Crusius (1745) diceva «la volontà è la forza dominatrice dell'universo». Così Schopenhauer definisce l'universo (= sostanza) come «volontà e rappresentazione»!

C. *Sensazione* (*Psychoma*). — Ponendo la sensazione (in amplissimo senso) come terzo attributo della sostanza e separando la «sostanza senziente» (*aesthema*) dall'energia o «sostanza mossa» io mi riferisco alle discussioni da me esposte nel capitolo XIII sulla sensibilità nel regno inorganico ed organico. Io non posso concepire il più semplice processo fisico o chimico senza che io immagini che i movimenti delle parti materiali della sostanza siano prodotti da *sensazione incosciente*. In questo senso qualsiasi chimico parla di una «reazione sensibile», ogni fotografo di una «piastra sensibile». Il concetto dell'affinità chimica riposa su ciò che i singoli elementi chimici percepiscono le differenze qualitative degli altri elementi, che essi al loro contatto provino «piacere o disgusto» e perciò eseguiscano diversi movimenti. La sensibilità del plasma a stimoli d'ogni specie, la quale negli animali superiori si chiama «anima», non è che un grado superiore dell'irritabilità generale di ogni sostanza. In simile senso già Empedocle ed i fautori del panpsichismo attribuiscono a tutte le cose «sensazione e tendenza». Recentemente disse Naegeli (1877) «se le molecole posseggono qualche cosa che sia affine, per quanto lontanamente, alla

sensibilità, deve trattarsi di benessere quando esse possono seguire l'attrazione o la ripulsione, la loro tendenza o ripugnanza: di malessere quando esse sono costrette ad un opposto movimento. Così lo stesso legame spirituale si propaga attraverso tutti i fenomeni materiali. Lo spirito umano non è altro che il supremo sviluppo dei processi psichici che vivificano e muovono tutta la natura ». Questi concetti del geniale e critico botanico collimano perfettamente coi principii monistici del mio ilozoismo che io ho svolto fin dal 1866 nella « Morfologia generale ».

Conservazione della sensazione. — Se si pone la « sensazione » nel più vasto senso (o il psicoma) come terzo attributo della sostanza presso alla materia (l'esteso) e all'energia (il mobile) allora noi dobbiamo estendere ugualmente la legge universale della *costanza* o « conservazione della sostanza » a tutti i tre attributi. Noi giungiamo così alla convinzione che anche la quantità di sensazione o l'« immagine » dell'universo rappresenta una grandezza eterna ed immutabile e che ogni cambiamento di sensazione non dipende che da trasformazione di una forma di psicoma in altre forme. Consideriamo dapprima, partendo dalle nostre proprie sensazioni immediate e dal mondo dei nostri pensieri, l'intera vita psichica dell'umanità, allora noi nella sua continua evoluzione scorgiamo dovunque la *costanza dello psicoma*, la quale ha le sue radici nelle sensazioni di tutti i singoli individui. Questo supremo sviluppo del lavoro del plasma del cervello umano si è però storicamente svolto dai gruppi di sensazioni di animali inferiori e questi sono alla loro volta collegati da una lunga serie di gradi d'evoluzione colle più semplici forme di sensazione degli elementi anorganici le quali si palesano nell'affinità chimica. Già Alberto Rau nella sua ottima opera sul « sentire e pensare » (1896, pag. 372) ha espressamente notato che la « *percezione* o *sensazione è un processo naturale al tutto generale* ». Ma con ciò è data pure la possibilità di ricondurre lo stesso *pensiero* a questo processo generale. Sopratutto Ernst Mach ha recentemente rilevato nella sua « Analisi delle sensazioni e rapporti del psichico col fisico » che « le sensazioni sono elementi *comuni* di tutti i possibili avvenimenti psichici e fisici, i quali coesistono unicamente nel diverso modo di collegamento di questi elementi, nella loro reciproca dipendenza ». Sebbene ulteriormente il Mach insistendo unilateralmente sugli elementi soggettivi di sensazione giunga ad un psicomonismo simile a quello di Verworn, Avenarius ed altri recenti dinamisti, tuttavia il carattere fondamentale del suo concetto cosmico è tanto puramente *monistico* come l'energetica di Ostwald.

Psiche e « physis ». — Col porre la sensazione (psicoma) come attributo fondamentale generale della sostanza accanto alla forza (energia) o alla materia, noi arriviamo ad una vera *trinità del monismo*, al soddisfacente pareggiamento dei contrasti che ostinatamente si mantengono dal dualismo fra psichico e fisico, fra mondo materiale dei corpi e mondo immateriale degli spiriti. Delle tre direzioni principali del monismo il *materialismo* rileva unilateralmente l'attributo della materia e vuol ricondurre tutti i fenomeni dell'universo a meccanica degli atomi, a movimenti delle minime particelle corporee. Altrettanto unilateralmente lo *spiritualismo* insiste sull'attributo dell'energia; esso o vuole spiegare tutti i fenomeni per mezzo di forze moventi o forme di energia (energetica) oppure li vuol ricondurre a funzioni psichiche, a sensazione od attività psichica (panpsichismo). Il nostro *ilonismo* od *ilozoismo* evita gli errori di questi due indirizzi estremi, affermando l'identità della psiche e della *physis* nel senso di Spinoza e di Goethe; esso sormonta le difficoltà di quest'antica « dottrina dell'identità » collo scindere l'attributo del « pensare » o dell'energia in due attributi coordinati: in sensazione (psicoma) e movimento (meccanica).

DICIANNOVESIMA TABELLA

La trinità alla luce del monismo e del dualismo

I.
Trinità monistica della sostanza.

FILOSOFIA PANTEISTICA
DELLA SCIENZA CREATISTICA.

Mondo e Dio sono indivisibili. (« Lo spirito di Dio opera e vive in tutte le cose »). Il cosmo è oggetto e soggetto nello stesso tempo.

La sostanza (= Universum) come essenza universale infinita ha in modo affatto generale tre proprietà fondamentali inseparabili (attributi) riconoscibili dell' uomo.

A. **Materia.**

Sostanza estesa e riempiente lo spazio.
(Unilateralmente rilevata dal *materialismo:* Holbach, Büchner).

B. **Energia (= Forza).**

Sostanza mobile o mossa. Energia attuale e potenziale, forza latente.
(Unilateralmente rilevata dall'*energetica:* Leibnitz, Ostwald).

C. **Psicoma (= Sensazione).**

Sostanza sensibile ed irritabile (« sostanza psichica » nel senso panpsichistico: Naegeli, Rau).
(Unilateralmente rilevata dal *sensismo:* Feuerbach, Condillac, dal *psicomonismo:* Feuerbach, Condillac, e dal *psicomonismo:* Ernst Mach, Max Verworn).

II.
Trinità dualistica della divinità.

FILOSOFIA TEISTICA
DELLA FEDE IDEALISTICA.

Mondo e Dio sono separati come oggetto e soggetto. (« Lo spirito di Dio crea e conserva il mondo come opera artificiale »).

Dio come essere universale infinito si manifesta all'uomo (mammifero terrestre svoltosi solo nel tardo terziario da primati) in tre diverse persone.

A. **Dio creatore.**

Primo padre di Cristo secondo il dogma cristiano e la testimonianza degli evangeli.
(Brama della trimurti indiana, creatore del mondo).

B. **Spirito di Dio.**

« Spirito santo » del dogma cristiano; secondo padre di Cristo secondo la testimonianza degli evangeli.
(Visnù della trimurti indiana, conservatore del mondo).

C. **Figlio di Dio.**

« Gesù di Nazaret » figlio dei due precedenti Dei e della « Vergine Maria » secondo il dogma cristiano.
(Siva della trimurti indiana, distruttore del mondo).

VENTESIMA TABELLA

Le antinomie di Emanuele Kant

I.

Kant I, il fisico (monistico).

(KANT, *lo svelatore di tutto*).

1° Non vi ha che *un mondo* nel quale tutto avviene secondo leggi fisse, simili a quelle della gravitazione; la sua « ultima ragione » non è mai riconoscibile.

2° Nell'universo domina dovunque la fissa legge *naturale*, in nessuna parte l'arbitrio dell'assoluta libertà.

3° « Solo nell'esperienza è la verità ». « L'interno della materia, o la cosa in sè, è una pura fantasticheria », un concetto negativo senza contenuto.

4° Un mondo immateriale degli spiriti è affatto inaccessibile alla nostra esperienza, una creazione della *fantasia*.

5° *Non* vi sono *prove* positive afferrabili dalla ragion pura in favore della esistenza di Dio; la vacua fede in lui (senza possibile rappresentazione) è pura *poesia*.

6° *Non* vi sono prove positive, accessibili dalla ragion pura, dell'*immortalità* dell'anima.

7° *Non* vi sono prove positive, afferrabili dalla ragion pura, in favore del *libero arbitrio;* l'imperativo categorico è un dogma.

8° Io dovetti abbandonare la *fede* (il dogma) per far posto al sapere (alla ragione critica).

Kant I: l'ateo

CON RAGION PURA.

II.

Kant II, il metafisico (dualista).

(KANT, *il velatore di tutto*).

1° Vi sono *due mondi*, una natura conoscibile (*Mundus sensibilis*) ed un mondo degli spiriti non conoscibile (*Mundus intelligibilis = Lucus a non lucendo*).

2° Nella *natura* regna assoluta necessità, nel *mondo degli spiriti* assoluta libertà.

3° La natura coll'esperimento è conoscibile solo come *fenomeno*. La cosa in sè, che forma la sua vera essenza interna, ci è nascosta ed inconoscibile.

4° Dell'esistenza del mondo immateriale degli spiriti ci convince la *fede* (« la coscienza morale che è in noi »).

5° Di Dio non possiamo farci rappresentazioni positive o negative; dobbiamo però *credere* alla sua esistenza (senza determinata e ragionevole rappresentazione).

6° L'anima deve essere *immortale*, perchè la nostra *coscienza* (presentimento) ce lo persuade.

7° La « legge morale in noi » (l'*imperativo categorico*) ci convince della libertà del volere.

8° Io dovetti abbandonare la scienza (la ragion pura) per far posto alla fede (alla ragion pratica).

Kant II: il teista

CON SRAGION PURA.

VENTESIMO CAPITOLO

MONISMO

Filosofia come scienza in generale.
Scienze pure ed applicate dal punto di vista dualistico e monistico.

Einheit der Natur!

Du hörst die Worte aus des Priesters Mund! (*)
Ein Traumgebilde ist es, wirr und bunt!
In Trümmer sinken jene schönen Sagen,
Und hell und strahlend wird die Wahrheit tagen!

Siehst du die Sonne dort am Himmel steh'n?
Die Sterne ewig kreisend um sie geh'n?
Sie, die da strahlt im Raume seit Aeonen,
Kann Finsterniss in ihrem Reiche wohnen?

Du kannst dich flüchten vor der Sonne Licht,
Doch es verlöschen? Nein! Das kannst du nicht!
Wie ihre Strahlen hell die Nacht durchdringen,
So muss der Wahrheit hoher Sieg gelingen!

O glaube nicht der Dichtung schönem Wort!
Das wahre Glück, du find'st es nimmer dort!
Du find'st es nur in jenen stolzen Reihen,
Wo Edle sich der hehren Wahrheit weihen!

Es ist nur Eins, woraus die Welt sich baut,
Und Eins ist Alles, was Dein Aug' erschaut!
Wenn wir im todten Stoff auch Geist erkennen,
Sind Stoff und Geist auf ewig Eins zu nennen!

Zürich, 1904.

JULIUS GOMPERTZ.

(*) Udisti le parole dalla bocca del prete? — È un edifizio fantastico di sogni! — In frantumi vanno quelle belle leggende. — E chiara e raggiante splenderà la verità!
Vedi lassù il sole nel cielo? — E le stelle girare eternamente attorno a lui? — Quello splende nello spazio da evi, — Può la tenebra abitare nel suo regno?
Tu puoi nasconderti davanti alla luce del sole, — Ma spegnerlo? no! ciò tu non puoi! — Come i suoi raggi trapassano chiari la notte, — Così deve riuscire il supremo trionfo della verità!
Oh! non credere alla bella parola del poeta! — La vera felicità là non la troverai! — Tu la trovi solo in quelle superbe sfere, — Dove nobili anime si consacrano alla santa verità!
È solo uno quel che forma l'universo, — Ed uno è tutto ciò che il tuo occhio vede! — Se noi anche nella materia morta riconosciamo lo spirito, — Dobbiamo dire che materia e spirito sono eternamente uno!

SOMMARIO DEL CAPITOLO VENTESIMO

Giustificazione del monismo. – Scienza pura ed applicata (ragione teorica e pratica). — Scienze pure (teoriche): fisica, chimica, matematica, astronomia, geologia; biologia, antropologia, psicologia, linguistica, storia. — Scienze applicate (pratiche): medicina, psichiatria, igiene, tecnologia, pedagogia, etica, sociologia, politica, giurisprudenza, teologia. — Antinomia delle scienze. — Discipline razionali e dogmatiche. — Correlazione delle scienze. — Le Facoltà. — Riforma dell'insegnamento. — Il mondo ideale. — Armonia del monismo.

BIBLIOGRAFIA

Ernst Haeckel, 1866. *Dualismus und Monismus. Kritische und methodologische Einleitung in die Generelle Morphologie der Organismen* (Dualismo e monismo; introduzione metodologica alla morfologia generale degli organismi). Berlino.

Id., 1902. *Der Monismus als Band zwischen Religion und Wissenschaft* (Il monismo come legame fra la religione e la fede); 10ª ediz., 1900. Bonn.

Benedictus Spinoza, 1670. *Tractatus theologo-politicus.* 1677. *Ethica*, opera postuma. Amsterdam.

David Friedrich Strauss, 1872. *Der alte und der neue Glaube* (L'antica e la nuova fede); 14ª ediz. Bonn.

Giordano Bruno, 1584. *Della causa, principio ed uno. — Dell'infinito universo e mondi.* Venezia.

Wolfgang Goethe, 1780-1830. *Faust. Prometheus.* Stuttgart.

S. Kalischer, 1878. *Goethes Verhältniss zur Naturwissenschaft und seine Bedeutung in derselben* (I rapporti di Goethe colla scienza e l'importanza che egli ebbe in essa). Berlino.

Herbert Spencer, 1862. *First principles* (primi principii). Londra. *System der syntetischen Philosophie* (Sistema di filosofia sintetica); traduz. tedesca di Vetter. Stuttgart.

Paul Holbach, 1770. *Système de la nature.* Parigi.

Ludwig Büchner, 1855. *Kraft und Stoff* (Forza e materia); 18ª ediz., 1894. Frankfurt.

Gottfried Leibnitz, 1714. *Monadologia* (*Dynamismus*). *Theodicea.* Lipsia.

Wilhelm Ostwald, 1902. *Vorlesungen über Naturphilosophie* (*Energetik*) (Lezioni sulla filosofia naturale). Lipsia.

Albert Lange, 1865. *Geschichte des Materialismus* (Storia del materialismo); 7ª ediz., 1902. Leipzig.

Paul Carus, 1891-1904. *The monist, quarterly journal of philosophy* (Il monista, giornale quadrimestrale di filosofia); 14 volumi. *The open court, monthly magazine* (Il tribunale pubblico, rivista mensile); 18 volumi. Chicago.

Walther May, 1904. *Goethe, Humboldt, Darwin, Haeckel.* Berlino.

Max Verworn, 1904. *Naturwissenschaft und Weltanschauung* (Scienze naturali e concetto cosmico). Lipsia.

Ernst Haeckel, 1899. *Die Welträthsel* (I problemi dell'universo); ediz. popolare, 1903 (140º migliaio, 1904).

Giunti al termine del nostro cammino attraverso il vasto campo delle « meraviglie della vita » vogliamo gettare uno sguardo generale sulla via percorsa e rispondere alla domanda: Sino a qual punto è riuscito alla nostra filosofia monistica il loro intendimento? Così cimenteremo ancora una volta il nostro diritto ad un concetto cosmico unitario e nello stesso tempo chiariremo i rapporti fra la biologia e le altre scienze. Tanto più mi vedo obbligato a queste ultime considerazioni generali, inquantochè questo libro sopra le « meraviglie della vita » non forma solo un necessario complemento al libro apparso nel 1899 sui « problemi dell'universo », ma forma anche in pari tempo il mio *ultimo* lavoro filosofico. Al termine del settantesimo anno di mia vita vorrei ancora colmare qualcuna delle più grandi lacune dell'ultimo libro, ribattere alcuni dei più aspri appunti che contro esso vennero rivolti e così finire come mi è possibile quell'immagine unitaria dell' universo della cui costruzione da un mezzo secolo mi sono occupato.

Giustificazione del monismo. — Invitando il lettore a percorrere ancora una volta con me il vasto territorio della filosofia monistica, io devo, come modesta guida, presso allo stretto ingresso che ad essa conduce, dimostrare come io possa essere scientificamente autorizzato a ciò; devo in certo qual modo mostrare il mio biglietto di ingresso alla ricerca della verità. Infatti la filosofia scolastica che ancor oggi domina nelle Università tedesche vigila quell'ingresso con occhi zelanti e cerca sopratutto di vietarlo alla moderna biologia. La nostra filosofia ufficiale tedesca è ancora per la massima parte inceppata nei legami della tradizionale *metafisica* del medio evo e nel *dualismo di Kant,* il cui carattere evidentemente dogmatico essa apprezza come criticismo. Nel corso dei quarant'anni nei quali io ho insegnato quale professore ordinario di zoologia in Jena, io ebbi l'opportunità di assistere a più centinaia di esami da dottore, insegnante superiore, ecc., nei quali erano esaminatori eminenti e riconosciuti professori di filosofia. Qui mi convinsi che quasi sempre

vien data la massima importanza alla svelta « acrobatica delle idee » ed alla considerazione introspettiva di sè stessi e poi alla esatta conoscenza dei molteplici errori che sono stati esposti in una smisurata e dotta bibliografia dai corifei prevalentemente dualistici dell'antica e della nuova sapienza. Ma sopratutto viene vantata come la base più importante la teoria della conoscenza di Kant, della quale nei capitoli I e XIX ho rilevato gli errori e l'unilateralità. Nella psicologia si pretende la più estesa conoscenza delle singole attività psichiche basata sul metodo introspettivo; per contro l'analisi biologica della « psiche » e lo studio anatomico del fronema, del territorio cerebrale da cui dipendono queste funzioni, sono accuratamente evitati, come pure lo studio comparativo e genetico dell'anima. Ma molti dei nostri metafisici vanno ancora più in là e considerano la filosofia come una scienza speciale indipendente, e cioè, come una sublime « scienza spirituale » che è interamente indipendente dalle comuni empiriche scienze della natura. Di fronte a questo contegno ci sarebbe quasi da ricordare il detto di Schopenhauer: « Un sicuro carattere del filosofo è quello di non essere professore di filosofia ». Secondo il mio modo di vedere, qualsiasi uomo colto e pensante, il quale si sforza di giungere ad un determinato concetto cosmico è un *filosofo*. Quale « regina delle scienze » la filosofia ha l'alto còmpito di riunire in sè i risultati *generali di tutte* le ricerche scientifiche e, come fa uno specchio concavo, di concentrare tutti i raggi in un punto focale. Ma i diversi indirizzi di pensiero che allora in così diverse forme si manifestano hanno tutti il diritto di essere scientificamente considerati e discussi, tanto la minoranza di quelli monistici, quanto la maggioranza dei dualistici. Ora, nel cercare fino a che punto sia riuscito al monismo di calcare con piede sicuro i singoli campi speciali della scienza, distingueremo dapprima le scienze pure (teoriche) dalle applicate (pratiche).

Scienze pure ed applicate. — Considerata come « concetto cosmico » la filosofia *pura* deve propriamente proporsi come prossimo scopo il solo conoscimento della verità, come abbiamo spiegato nel capitolo I. Ma questa filosofia puramente *teorica* nel più delle singole scienze contrae rapporti diretti e spesso importantissimi colla nostra vita *pratica* e, come « sapienza » applicata, ha per la cultura umana un valore decisivo. Così accade spesso che le reali necessità della vita pratica vengano in contraddizione colle conoscenze ideali della teoria basata sulla scienza.

Qui, secondo il nostro convincimento, la pura ricerca della verità deve avere il primato sulla filosofia pratica. Perciò noi ci troviamo

in diametrale contraddizione con Kant, il quale affermò espressamente il primato della ragione pratica e diede ad essa il sopravvento sulla pura ragione teorica. Quest'errore di Kant fu fatale perchè la dominante autorità dello Stato e della Chiesa se ne impossessò avidamente per ottenere dovunque col suo aiuto un categorico consenso alle proposizioni di fede della dogmatica ragione pratica di fronte ai reperti della critica ragion pura.

1. Fisica monistica. — Considerandola dal punto di vista del nostro monismo naturale noi possiamo far precedere la fisica, intesa nel più ampio senso, a tutte le altre scienze e tenerla per scienza fondamentale.

Infatti, il concetto di *physis*, equivalente a *natura*, comprende nel puro senso originario tutto il mondo *riconoscibile*, il *mundus sensibilis* di Kant. Il suo mondo sovrasensibile (*mundus intelligibilis*) non è, secondo la sua propria definizione, che oggetto di fede, non di scienza. È molto curioso vedere che un pensatore di così alto valore come il Kant, già in questa fondamentale separazione di due mondi cada in contraddizione con sè stesso. Come mai il mondo sovrasensibile del « di là », nel quale abitano i tre misteri centrali: Dio, libertà ed immortalità, può essere chiamato *intelligibilis*, cioè riconoscibile, quando poi la ragione pura dimostra che l'uomo non è in grado di intenderlo, di farsene un concetto positivo o negativo? *Lucus a non lucendo!*

Ora, abbandonando questo metafisico mondo sopranaturale alla fede ed alla poesia, noi limitiamo il nostro concetto cosmico al vero mondo fisico, alla *natura*. Il concetto di *fisica*, nel senso di filosofia generale della natura, quale lo intese dapprima in Grecia la classica antichità, più tardi è sempre andato restringendosi. Presentemente si preferisce non intendere con questo nome che la scienza dei fenomeni della natura *inorganica*, la loro constatazione empirica per mezzo dell'osservazione e dell'esperimento (fisica sperimentale), ed il loro riconducimento a fisse leggi naturali generali, basate sulla matematica (fisica teorica o matematica). Si distinguono modernamente come due campi principali della fisica, la fisica delle masse e la fisica dell'etere: la *fisica delle masse* tratta la meccanica, i movimenti e l'equilibrio delle masse (o materia ponderabile), dei corpi solidi, liquidi od aeriformi (statica e dinamica, gravitazione, acustica, meteorologia); la *fisica dell'etere* si occupa invece dei fenomeni dell'etere (della materia imponderabile) e dei suoi rapporti colla massa (elettricità, galvanismo, magnetismo, ottica e calorico) (*Problemi dell'universo*, cap. XII, pag. 93). In tutti questi campi della fisica anorganica

il monismo è oggidì unanimemente accettato; qualsiasi tentativo dualistico di spiegazione è escluso.

2. Chimica monistica (*Fisica degli atomi*). — Lo smisurato campo della chimica che oggi ha raggiunto una così enorme importanza pel conoscimento monistico della natura e per la vita pratica non è propriamente che una parte della fisica. Ma mentre la fisica moderna si limita allo studio delle forme inorganiche di energia e delle loro trasformazioni, escludendo le differenze materiali dei corpi, la chimica, quale « scienza delle materie », persegue appunto lo studio di queste differenze qualitative delle ponderabili specie di massa. Quale « scienza dell'analisi » essa scompone tutti i corpi ponderabili in 70-80 elementi i cui interessanti rapporti reciproci furono recentemente stabiliti nel « sistema periodico » degli elementi, dimostrandosi molto verosimile che tutti derivino da un solo *elemento primitivo* (protile). I rapporti fissi delle *combinazioni chimiche* che sono stati constatati coll'analisi e la sintesi degli elementi, specialmente la « legge delle proporzioni semplici e multiple », scoperta nel 1808, condussero a stabilire empiricamente il peso specifico dei singoli elementi ed alla nuova « teoria atomica » (*Problemi dell' universo*, cap. XII, pag. 258). L'ammettere tali *atomi* (come particelle discrete di massa riempienti lo spazio, comunque poi si immagini la loro natura) è per la chimica un'ipotesi fondamentale *indispensabile*, tanto come è per la fisica l'ammettere le *molecole*. Il dinamismo moderno (l'energetica, pag. 81, 299) cade in errore quando crede di poter far a meno di queste ipotesi e di poter sostituire gli atomi materiali col concetto di punti di forza immateriali e senza spazio. Del resto, tanto da questa scuola dinamica, come da quella materialistica è ora generalmente accettato in tutti i campi della chimica il *monismo*.

3. Matematica monistica (*Fisica astratta*). — La scienza moderna considera come ultimo scopo di qualsiasi ricerca l'esatta determinazione di tutti i fenomeni in *numero* e *misura*, il ricondurre ogni conoscenza generale a leggi formolate matematicamente. Poichè il grande Laplace aveva dato base matematica a tutto il suo sistema dell' universo, modernamente si pretese persino che un onnisciente (ideale) « genio alla *Laplace* » potrebbe in un'unica gigantesca formola matematica compendiare tutto il passato, presente ed avvenire dell'universo. Quest'esagerato apprezzamento della matesi fu espresso da Kant nella seguente proposizione: « Ogni scienza è solo scienza in quanto essa sia accessibile alla matematica », ed a questo errore ne aggiunse un altro, che le proposizioni fondamentali della matema-

tica (come necessarie ed universali) appartengano *a priori* alla « ragion pura » dell'uomo e sussistano indipendentemente da qualsiasi esperienza (*a posteriori*). Per contro, John Stuart Mill ed altri hanno dimostrato che anche i concetti fondamentali della matematica, come quelli di tutte le altre scienze, si sono originariamente acquistati per astrazione da *esperienze;* e la nostra moderna « filogenesi della ragione » ha confermato questa veduta empiristica. Anche si deve ricordare che la matematica giudica unicamente i *rapporti di grandezza* nel tempo e nello spazio (quantitativamente), ma non si occupa affatto delle proprietà qualitative dei corpi.

Del resto, lo stesso Kant ha mostrato che la matematica garantisce solo l'assoluta esattezza *formale* delle conseguenze che essa trae da date premesse, ma che su queste ultime essa non ha alcuna influenza. Se noi dunque giudichiamo fisiologicamente e filogeneticamente l'astratta funzione raziocinativa del fronema nelle operazioni mentali della matematica, arriviamo alla convinzione che anche questa scienza esatta « fondamentale » non è accessibile che al puro monismo ed esclude qualsiasi dualismo. L'alta stima di cui la matematica, come scienza *esatta*, gode in tutti i rami del sapere si fonda sopratutto sulla sua *certezza formale* e sulla possibilità di esprimere infallibilmente in numeri e misure i rapporti di grandezza nel tempo e nello spazio.

4. Astronomia monistica (*Fisica dell'universo*). — L'astronomia fa parte di quelle antichissime scienze che già da più millenii presero forma determinata ed acquistarono per mezzo della matematica un saldo fondamento. Osservazioni sui movimenti dei pianeti e sulle ecclissi furono istituite già migliaia d'anni avanti Cristo dai Chinesi, Egizi e Caldei. Lo stesso Cristo (il « figlio di Dio », il cui occhio era rivolto al di là) non aveva idea di queste importanti scoperte cosmologiche più che dei notevoli sistemi dell'universo, che erano stati stabiliti dai grandi filosofi naturali della Grecia 300-800 anni prima della sua nascita.

Dopochè Copernico, nel 1543, ebbe distrutto il sistema geocentrico dell'universo, e Newton, nel 1686, ebbe dato colla sua teoria della gravitazione, una solida base matematica al nuovo sistema universale eliocentrico, la cosmogonia trovò nella *Storia naturale generale dell' universo* di Kant, e nella *Mécanique céleste* di Laplace il suo sicuro fondamento monistico; d'allora in poi in tutto il territorio dell'astronomia non si parla più di una cosciente attività creatrice di Dio. Inoltre l'*astronomia* ci ha recentemente schiarite le condizioni fisiche, e l'*astrochimica*, per mezzo dell' analisi spettrale, anche la

natura chimica dei rimanenti corpi celesti; così è stabilito il monismo dell'universo.

5. Geologia monistica. — La « storia della terra » intesa nel più ampio senso, quale essa viene oggidì insegnata nelle Università sotto il nome di *geologia*, non si sviluppò che verso la fine del secolo XVIII a scienza indipendente, e solo nel 1830, dopo stabilita la continuità dell'evoluzione terrestre, e dopo stabilito il « principio dell'attualità » prevalse sulla « storia sulla creazione » che prima dominava. La parte più antica di questa scienza è la *mineralogia;* il grande valore pratico delle pietre e sopratutto dei metalli, eccitarono già da migliaia d'anni l'interesse dell'uomo.

Nell'età del ferro, del bronzo, del rame, le pietre ed i metalli fornirono il primo materiale per le armi umane ed altri utensili. Più tardi l'importanza pratica dell'arte mineraria favorì una più esatta conoscenza di questi minerali. Ma solo al fine del medio evo si volse l'attenzione ai fossili, ai resti petrefatti di specie estinte d'animali e piante, solo nel secolo XVIII si cominciò a comprendere l'alta importanza che hanno questi petrefatti come « medaglie della creazione », e solo al principio del XIX nacque, come scienza autonoma, la *paleontologia*, la quale ha massima importanza tanto per la geologia, come per la biologia. Come queste discipline, così anche altri rami della geologia, sopratutto la *cristallografia*, hanno fatto, nell'ultima metà del secolo scorso, massimi progressi coll'aiuto della moderna fisica e chimica. Tutte queste parti della geologia, specialmente la *geogenia*, o storia naturale dell'evoluzione della terra, sono ora riconosciute come scienze puramente monistiche.

6. Biologia monistica. — Nei cinque campi sin qui citati della scienza (in quanto essi riguardano la natura anorganica), il *puro monismo* dalla prima metà del secolo XIX è universalmente ed esclusivamente in vigore. Della famosa « scienza ed onnipotenza del Creatore », qui non è più parola. Ciò vale tanto per la geologia ed astronomia, come per la matematica, fisica e chimica. Altrimenti vanno le cose per le scienze che vengono ora, nelle quali la natura organica esplica la sua multiforme azione; qui non si è ancora riusciti finora a spiegare fisicamente ed a formolare matematicamente tutti i fenomeni. Perciò sorge il *vitalismo* colle sue pretese dualistiche e divide la scienza in due campi diversi, quello delle *scienze naturali* (fisica in amplissimo senso), e quello delle *scienze spirituali* (metafisica); solo nelle prime avrebbero valore le fisse ed eterne « leggi naturali », mentre nelle altre si pretende che domini la « libertà »

dello spirito ed il « sopranaturale ». Ciò vale anzitutto per la *biologia* in amplissimo senso (inclusa l'antropologia e tutte le altre scienze che riguardano l'uomo). Nei presenti studi di filosofia biologica noi abbiamo cercato di confutare ogni forma di vitalismo e di dimostrare l'esclusiva validità del monismo e del meccanismo in tutti i campi della biologia.

7. Antropologia monistica. — Il concetto di antropologia viene ancor oggidì, come da due secoli, inteso molto variamente per quanto ne riguarda i limiti ed il contenuto. Nel più ampio senso esso include in sè lo smisurato campo di tutta la *scienza dell'uomo*, come il concetto di zoologia (secondo le mie vedute personali!) comprende *tutte* le parti della *scienza degli animali*. Ora, poichè io (sin dal 1866, l. c.) considero tutta « l'antropologia come parte della zoologia », le pretese del puro monismo valgono tanto per la prima, come per la seconda. Frattanto questo concetto monistico generale dell'antropologia finora non è accettato che in ristretta cerchia. Per solito si limita il concetto di antropologia alla *storia naturale dell' uomo* propriamente detta, e così si pensa all'anatomia e fisiologia dell'organismo umano, poi alla sua embriologia, alla sua preistoria, ed a piccola parte della sua psicologia. Per contro, dall' « antropologia ufficiale », quale essa è compresa nel più delle moderne « società antropologiche » (sopratutto tedesche), sono per solito escluse la filogenia e la massima parte della psicologia, come pure tutte le « scienze psichiche », le quali vengono considerate come metafisiche in senso stretto. Ho cercato, fin da trent'anni fa, di mostrare, nella mia *Antropogenia*, che l'uomo (mammifero placentale dell'ordine dei primati), è un organismo unitario (con corpo ed anima) tanto come tutti gli altri vertebrati e che perciò anche *tutti* i lati del suo essere devono giudicarsi monisticamente.

8. Psicologia monistica. — È noto che sulla posizione che spetta alla psicologia nel sistema delle scienze le opinioni tanto dei più valenti psicologi, come dei profani sono ancor oggi fondamentalmente disparate. La grandissima maggioranza dei cosidetti « psicologi di professione », tanto come delle « persone côlte », si attengono ancor oggidì all'antiquata credenza, appoggiata dai dogmi della religione, che l'anima dell'uomo sia immortale e che questa psiche sia un essere immateriale indipendente. Quest' opinione dualistica in filosofia si appoggia sopratutto sull'autorità di Platone, Descartes e Kant, in religione sull' autorità di Cristo, Paolo e Maometto, nella scuola e nello Stato è sostenuta dalla dominante autorità del più dei governi,

e in fisiologia dal più dei fisiologi antichi e anche da molti moderni. Ond'è che la psicologia è considerata come una speciale *scienza spirituale* e che il suo nesso colle scienze naturali è tenuto solo come esteriore e subordinato. Di fronte a questo dualismo i progressi della psicologia comparata e genetica, dell'anatomia e fisiologia del cervello, hanno negli ultimi quarant'anni fermata l'opinione monistica che *la psicologia è un ramo speciale della fisiologia del cervello* e che perciò *tutti* i singoli campi delle ricerche psichiche e le loro applicazioni rientrano in questa parte della biologia. L'anima umana è una funzione fisiologica del fronema. Poichè ho già spiegato questa concezione monistica della psicologia nei capitoli VI-XI dei *Problemi dell'universo*, e l'ho appoggiata nell'*Antropogenia* con tutti gli argomenti forniti dall'anatomia e fisiologia, dall'ontogenia e dalla filogenia, non mi fermo qui più oltre su questo soggetto.

9. Linguistica monistica. — La *scienza del linguaggio* condivide la sorte della psicologia, sua sorella, quella di essere da un gruppo di celebri cultori di essa giudicata decisamente in senso monistico, come ramo delle scienze naturali, e da un altro gruppo in senso dualistico come un ramo delle scienze psichiche. Secondo l'antica opinione dualistica e metafisica, la favella era tenuta per una proprietà esclusiva dell'uomo, ora come un prezioso dono della divinità, ora come un' « invenzione » dell'uomo sociale. Per contro, si consolidò gradatamente nel corso del secolo XIX la convinzione monistica e fisiologica che la favella è una funzione dell'organismo, e che essa, come tutte le altre funzioni, si è storicamente evoluta coll'andar del tempo. La fisiologia comparata degli animali superiori mostrò che in classi molto diverse, i pensieri, sentimenti e desideri degli animali collegati in società vengono comunicati ora con segni e contatti, ora con rumori e suoni (stridulazione dei grilli e delle cicale, gracidio delle rane, fischio di molti rettili, canto degli uccelli e delle scimmie cantatrici, ruggito del leone, ecc.). L'*ontogenesi della favella* mostrò che la graduale evoluzione della favella nel bambino (in accordo colla legge biogenetica fondamentale) rappresenta una ricapitolazione di quel processo filogenetico. La *glottologia comparata* insegnò che le lingue delle diverse razze umane si sono svolte polifileticamente, indipendentemente le une dalle altre. La *fisiologia* sperimentale e la patologia del cervello mostrarono che un piccolo e determinato territorio della corteccia degli emisferi (la circonvoluzione di Broca) è il *centro della favella*, e che questo organo centrale del linguaggio in connessione con altre parti del fronema, colla laringe e colla lingua (organi periferici della favella) produce il linguaggio articolato.

10. Storia monistica. — Anche la *scienza della storia* sottostà ancor oggi, come la linguistica e la psicologia, ai più varii apprezzamenti filosofici. Molto spesso s'insegna ancor oggi come *storia* (intesa in senso strettamente antropistico) unicamente lo studio scientifico dei fatti che si sono compiuti nel corso dello sviluppo culturale del genere umano: la storia dei popoli e degli Stati (comicamente chiamata *storia universale*), la storia della coltura, la storia dei costumi, ecc. E qui si afferma con orgoglio schiettamente antropistico, che in senso veramente scientifico il vocabolo « storia » debba essere usato solo per il « mondo umanamente morale ». La *storia* dovrebbe stare in contrasto colla *natura*, comprendendo quella il territorio dei liberi fenomeni morali (con alti destini predeterminati!), questa il territorio delle leggi naturali (senza scopo preconcetto!). Come se non ci fosse una *storia della natura*, come se la cosmogonia, la geologia e la filogenia non fossero scienze *storiche!* Sebbene questo modo dualistico ed antropistico di intendere la storia domini ancor oggidì nelle nostre Università, sebbene lo Stato e la Chiesa si uniscano per proteggere e favorire questa « sacra tradizione », non può esser dubbio che ad essa presto o tardi sottentri una filosofia della storia puramente monistica. La moderna antropogenia ci mostra l'intima connessione fra la storia dello sviluppo dell'individuo umano e quella dell'intero genere umano; essa collega per mezzo delle ricerche preistoriche e filogenetiche la cosidetta « storia universale » colla filogenesi dei vertebrati.

11. Medicina monistica. — Noi collochiamo l'*arte salutare* in prima linea nella serie delle scienze pratiche o applicate; essa mostra luminosamente colla sua lunga e interessante storia come solo la conoscenza monistica della *natura*, e non la pretesa rivelazione dualistica dello *spirito*, possa dare un sano fondamento di vera scienza e feconde applicazioni di essa alle più importanti contingenze pratiche della vita umana. Primitivamente la medicina stava nelle mani dei sacerdoti, e per migliaia d'anni essa giacque prevalentemente sotto l'influenza dei concetti mistici e sopranaturali, che erano strettamente collegati coi dominanti dogmi della religione. Per vero, già duemila anni fa, i grandi medici dell'antichità classica avevano seriamente cercato di porre una profonda conoscenza anatomica e fisiologica del corpo umano a base del trattamento delle malattie (confrontare capitoli II e III dei *Problemi dell'universo*). Ma nel cristiano medio evo, col generale regresso della ricerca scientifica indipendente, le creazioni spiritistiche della fede nei miracoli e della superstizione riacquistarono il sopravvento: nelle malattie si vedevano (secondo l'esempio dello stesso Cristo) degli « spiriti maligni » che si dovevano

scacciare. A « cure miracolose » per le quali siano cacciati tali spiriti maligni è noto che anche oggi da alcuni si dà fede, persino da taluni che appartengono agli strati elevati dei popoli cólti. Rammentiamo solo il successo dei « metodi occulti », le moderne « precazioni », gli scongiuri, le cure magnetiche, ed altre ciarlatanerie di una pretesa « medicina naturale ». Solo il rapido fiorire delle scienze naturali nel secolo XIX, specialmente i sorprendenti progressi della biologia nella metà di esso, trasformarono poco alla volta la medicina empirica in quella mirabile scienza *monistica*, che oggi così vittoriosamente combatte tanti mali dell'umanità colta.

La *patologia*, come scienza critica delle malattie, e la *terapia*, come ragionevole arte salutare, si fondano d'allora in poi sui sicuri metodi della fisica e della chimica, come pure sulle conoscenze approfondite dell'organismo umano, delle quali siamo debitori ai progressi della anatomia e della fisiologia. Oggi la malattia non è più un *essere* speciale che, come spirito maligno od estraneo « organismo », invade il nostro corpo, ma un' alterazione nociva delle normali funzioni vitali. La patologia non è che un ramo della fisiologia; essa scruta le alterazioni che sottentrano nei tessuti e nelle cellule sotto speciali pericolose condizioni. Quando queste alterazioni sieno dovute a veleni o ad organismi estranei penetrati (per es., batterii, amebe), la terapia ha per scopo di allontanare questi agenti e di ristabilire l'equilibrio normale delle funzioni.

12. Psichiatria monistica. — La scienza delle *malattie mentali* non forma propriamente che un ramo speciale della medicina; essa sta con questa nello stesso rapporto come la psicologia alla fisiologia. Tuttavia essa, come psicologia patologica, o psicopatologia, merita una speciale menzione non solo per la sua straordinaria importanza pratica, ma anche pel suo alto interesse teorico. Il traviante dualismo di corpo ed anima che dai tempi più antichi domina i concetti riguardanti la vita psichica, ha portato a considerare le malattie mentali come fenomeni affatto speciali; ora direttamente come spiriti maligni o demoni che hanno « invasato » l'uomo, ora come misteriosi fenomeni dinamici che affettano l' « essenza dell'anima », la mistica « psiche » (indipendente dal corpo!). Questi fatali errori dualistici ancor oggi molto diffusi, hanno portato ai più crudeli errori nel trattamento dei poveri mentecatti; essi hanno avuto le più tristi conseguenze nel giudizio giuristico e sociale di essi, come in molte altre contingenze pratiche della vita. A questi irragionevoli concetti della superstizione vien tolta ogni base dalla sicura esperienza della moderna psichiatria, che *tutte le malattie mentali sono*

dovute ad alterazioni cerebrali, che precisamente sono alterazioni della corteccia cerebrale quelle che determinano tutte le psicosi (alterazioni psichiche, ipocondrie, allucinazioni, ecc.).

Poichè questo « organo centrale dello spirito » noi lo abbiamo chiamato *fronema*, possiamo anche dire brevemente: La psichiatria è la patologia e terapia del fronema (cfr. pag. 298). In molte singole forme di psicosi si è già riusciti a dimostrare anatomicamente e chimicamente persino le più fini alterazioni delle cellule psichiche o fronetali (dei neuroni del fronema). Queste constatazioni dell'anatomia, patologia e fisiologia del fronema hanno un alto interesse filosofico perchè esse spandono una chiara luce sul nostro concetto monistico generale della vita psichica. Poichè la maggior parte delle psicosi è ereditaria (fra 60 e 90 per cento) e poichè questi stati abnormi del fronema furono per lo più dai progenitori dei malati acquisiti gradatamente (per difettosi adattamenti), così esse dànno in pari tempo segnalati esempi a favore dell'eredità progressiva, dell'*eredità dei caratteri acquisiti*.

13. Igiene monistica (*Cura della salute*). — Già da molti millenii, quando i popoli barbarici cominciarono a volgersi a civiltà ed a preparare la coltura superiore, essi ebbero cura della conservazione della loro salute e robustezza. Nell'antichità classica la cura del corpo per mezzo di abluzioni, bagni, esercizi ginnastici, ecc., era altamente sviluppata ed in parte collegata con cerimonie religiose. I grandiosi acquedotti e bagni pubblici dell'Ellade e di Roma ci mostrano qual alto valore si attribuisse all'uso esterno ed interno dell'acqua pura. Il medio evo cristiano portò anche in questo campo il più dannoso regresso. Poichè il Cristianesimo poco stimava questa vita terrena e non la considerava che come una preparazione a quella vita superiore del « di là », esso insegnava a disprezzare tanto la coltura come la natura e considerando il corpo umano solo come una transitoria prigione della sua anima immortale, non dava alcun valore alla cura di esso (cfr. capitolo XIX dei *Problemi dell'universo*, pag. 142). Le letali epidemie che nel medio evo estinsero milioni di vite umane (peste, morte nera, ecc.), si cercarono di combattere con preghiere, processioni ed altre cerimonie superstiziose invece che con ragionevoli misure d'igiene e di polizia sanitaria. Solo lentamente e gradatamente l'uomo côlto superiore incominciò a liberarsi da queste superstizioni dualistiche, e solo nella seconda metà del secolo XIX la profonda conoscenza delle funzioni fisiologiche e delle condizioni d'esistenza dell'organismo condussero nuovamente a dare maggiore attenzione alla cura del corpo. Tuttociò che fa ora la moderna igiene

per la cura della salute, specialmente il miglioramento dell'abitazione e del nutrimento delle classi inferiori, la prevenzione delle malattie mediante un sano modo di vita, bagni, ginnastica, ecc., tutti questi grandi progressi della moderna coltura riposano solo sulle considerazioni monistiche della ragion pura e sono in contraddizione colla fede cristiana nella « divina provvidenza » e col relativo dualismo. La moderna massima dell'igiene è « aiutati che Dio ti aiuterà ».

14. Tecnologia monistica. — Il meraviglioso fiorire della *tecnica* nel secolo XIX, il quale dà l'impronta alla nostra « età delle macchine », è l'immediata conseguenza pratica dell'enorme progresso teorico della conoscenza della natura. Tutti i vantaggi e godimenti dei quali la nostra moderna vita côlta va debitrice all'alto sviluppo della tecnica sono dovuti alle scoperte delle scienze naturali, sopratutto alla fisica ed alla chimica. Ricordiamo solo la smisurata importanza delle macchine a vapore e dell'elettrotecnica, la moderna tecnica mineraria, agricola, ecc. Se col loro aiuto l'industria moderna, le comunicazioni internazionali, il commercio, i mestieri, ecc., hanno raggiunto un'altezza prima nemmeno sospettata, essi lo devono alla pratica applicazione delle empiriche conoscenze naturali. Le cosidette « scienze spirituali » e le speculazioni metafisiche non ci entrano per nulla. Non v'ha quindi bisogno di altre considerazioni per concludere che *tutte* le scienze tecniche hanno un carattere puramente monistico tanto come le loro esatte sorgenti che sono la fisica e la chimica.

15. Pedagogia monistica (*Arte della educazione*). — Lo sviluppo scientifico dell'istruzione della gioventù è fra i più importanti còmpiti dell'umanità côlta. Infatti, i concetti che vengono fermamente impressi nello spirito nella prima gioventù sono i più tenaci, e per lo più determinano per tutta la vita l'indirizzo del pensiero e della condotta morale. Perciò appunto in questo campo della coltura la perdurante lotta tra i due indirizzi principali della filosofia ha la massima importanza pratica. Poichè i sacerdoti migliaia d'anni fa, nei primordi della civilizzazione, erano gli unici curatori e guide della vita psichica che si svegliava, essi avocarono a sè tanto la scuola come la medicina; la religione passava per la più profonda base dell'educazione, ed i suoi dogmi valevano come linea di condotta per tutta la vita. I tentativi isolati che vennero fatti dalla filosofia monistica della classica antichità per liberarsi da quelle superstizioni teistiche rimasero isolati e senza effetto sull'istruzione della gioventù. Piuttosto in questa rimasero dominanti i principii dualistici

di Platone ed Aristotele, le cui metafisiche dottrine si fusero con quelle del Cristianesimo. Nel medio evo esse per la gerarchia del papismo romano acquistarono la signoria del mondo. Sebbene più tardi, per opera della Riforma, gran parte di esse perdessero la loro primitiva autorità, tuttavia la potente influenza della Chiesa sulla scuola si conservò quasi dovunque sino al giorno d'oggi. In ciò il dominio della Chiesa trova un potente alleato nell'indirizzo conservativo del più dei governi; trono ed altare sogliono sorreggersi a vicenda; entrambi temono il progresso della spiegazione scientifica. Di fronte a questa potente lega dualistica che è efficacemente favorita dalla pigra vita intellettuale delle masse e dalla comodità della cieca fede nelle autorità, la nostra dichiarazione monistica si trova in difficile posizione; essa prenderà solidamente piede nell'insegnamento solo quando la scuola sia divisa dalla Chiesa e le conoscenze naturali della ragion pratica siano poste a base del concetto cosmico. Ho già accennato, al fine del capitolo XIX dei *Problemi dell'universo*, quali norme debba tenere la riforma scolastica di fronte all'influenza della Chiesa e dello Stato.

16. Etica monistica (*Scienza dei costumi*). — Poichè già nel capitolo XVIII abbiamo trattato largamente dei costumi e della origine loro, dell'abitudine e dell'adattamento, basterà qui ricordare il contrasto che sempre perdura fra le richieste monistiche della *pura* ragione teorica e le pretese dualistiche della ragione pratica *applicata*. Esso trova la più chiara espressione nell'antinomia della dottrina della ragione, cui la grande autorità di Kant ha procacciato una diffusione vastissima. Tuttavia il suo celebre dogma dell' imperativo categorico è oramai stato confutato dalla moderna etnologia e psicologia comparata, tanto come lo fu la sua teoria del libero arbitrio dalla fisiologia e dalla filogenia. Alla metafisica fondazione della morale sul « libero arbitrio » e l'innata coscienza morale *a priori* si deve dunque sostituire l'*etica fisiologica*, la quale si fonda sulla psicologia monistica. Poichè quest' ultima non può riconoscere un « ordine morale universale » nella vita dei popoli, come non riconosce per la vita individuale della persona una « amorosa provvidenza », così la morale monistica in avvenire deve risalire alle leggi naturali della biologia e sopratutto della teoria dell'evoluzione.

17. Sociologia monistica. — La grande importanza che spetta modernamente alla giovine scienza della sociologia dipende sopratutto dagli stretti rapporti che essa ha da un lato colla teorica antropologia e psicologia, e dall'altro, colla pratica scienza di Stato e

giuristica. Intesa in più vasto senso la sociologia umana si rannoda a quella dei più prossimi mammiferi. La vita di famiglia, il connubio e la cura della prole dei mammiferi, poi il formarsi di branchi nei carnivori ed ungulati e nelle scimmie sociali, conduce su fino alle associazioni inferiori dei selvaggi e dei barbari, e da queste ai principii di civiltà e poi su fino ai più alti vertici di questa. La storia delle associazioni si collega qui colle norme sociali che regolano i rapporti delle riunioni minori e maggiori. Riconducendo biologicamente le regole sociali alle leggi naturali dell'eredità e dell'adattamento, la nostra sociologia dinamica (come l'ha chiamata Lester Ward) si comporta affatto monisticamente, mentre negli stessi rapporti sociali dominano anche oggidì pregiudizi dualistici. Quanto poco valore abbiano nella nostra « raffinata e coltissima società » la verità e la natura, come dovunque ipocrisia e menzogne determinino le norme della condotta, l'ha mostrato luminosamente Max Nordau nel suo noto libro: *Le menzogne convenzionali della civiltà!*

18. Politica monistica. — La politica è strettamente connessa da un lato colla sociologia, dall' altro colla giuristica. Come politica *interna* essa regola l'organizzazione dello Stato cólto per mezzo della costituzione; come politica *estera* essa regola i rapporti internazionali tra gli Stati. Secondo la nostra opinione *monistica* nei due campi le norme dovrebbero essere date dalla *ragion pura*, ed i rapporti reciproci fra cittadino e cittadino e fra il cittadino e la comunità dovrebbero essere regolati dalle stesse leggi etiche che hanno valore nei reciproci rapporti personali fra i cittadini. Frattanto è noto che noi nella nostra moderna vita politica siamo ancora ben lungi da quella meta ideale. Da un lato domina ancora nella politica estera l'egoismo brutale; ciascuna nazione non pensa che al proprio vantaggio ed impiega la massima parte dei suoi mezzi negli armamenti. D'altro lato, la politica interna è ancora in massima parte intricata nei barbarici pregiudizi del medio evo. Le discussioni vertono in gran parte sulle attribuzioni del governo da un lato, e della massa popolare dall'altro. I partiti si logorano reciprocamente in isterili lotte, e tuttavia importa molto meno la speciale forma di governo che la ragionevolezza del suo agire. « Monarchia o repubblica, regime democratico od aristocratico, sono questioni subordinate di fronte alla grande questione: deve il moderno Stato cólto essere spirituale o terreno? deve esso esser guidato *teocraticamente* da irragionevoli dogmi e dall'arbitrio clericale, oppure *nomocraticamente* da ragionevoli leggi e dal diritto civico? » (*Problemi dell'universo*, pag. 11) (cfr. la nuova raccolta di scritti premiati: *Natur und Staat*, Jena 1903).

19. Giurisprudenza monistica (*Scienza del diritto*). — Come nella politica così anche nella giurisprudenza dominano ancora presentemente i principii dualistici pervenutici colle tradizioni del medio evo e dell'antichità e consacrati dalla fusione colle proposizioni di fede della chiesa. « Si ereditano leggi e diritti come un'eterna malattia. Del diritto che è nato con noi disgraziatamente non se ne fa mai parola » (Goethe). Il dualismo della ragione pratica di Kant anche qui esercita la sua malefica azione, gli erronei concetti dell'immortalità dell'anima umana, del suo libero arbitrio e del Dio individuale (legislatore e supremo giudice) determinano anche nella legiferazione e nelle scienze legali le opinioni dei giuristi e degli uomini di Stato. Vi si aggiungono ancora molti resti accuratamente serbati di superstizioni medioevali che deformano i nostri moderni codici. La poderosa influenza dei pregiudizi religiosi e dei dogmi ecclesiastici vi esercita molteplicemente la sua azione nociva. Perciò noi incontriamo ancora spesso nei giornali strani giudizi di alte e basse corti dei quali il « buon senso » deve restare ben stupito. Anche in questo campo non si avrà un essenziale miglioramento, se non quando una profonda educazione antropologica e psicologica renderà i giuristi più edotti delle leggi della vita.

20. Teologia monistica. — Al sommo delle quattro venerabili « facoltà » delle nostre università [tedesche, non italiane. *Trad.*] sta da secoli la teologia, come « scienza di Dio e della religione ». Questo posto d'onore le spetta inquantochè la *chiesa*, organo della teologia pratica, esercita ancor oggi il più potente influsso su tutta la vita côlta; difatto ancor oggi il più delle scienze applicate, sopratutto la giurisprudenza, la politica, l'etica, la pedagogia, sono più o meno influenzate da concetti religiosi e da pregiudizi confessionali. Qui sta per lo più a capo il concetto di *Dio* come di « supremo essere » in quella determinata forma, poichè, come dice Goethe, « ciascuno chiama Dio anzi il *suo Dio* ciò che conosce di migliore ». Frattanto non in tutte le religioni un Dio personale è considerato come la causa di ogni esistenza. Piuttosto le tre religioni asiatiche più diffuse, il buddismo, il bramanismo e la religione chinese di Confucio, sono in origine puramente atee, la prima nello stesso tempo idealistica e pessimista, perlocchè Schopenhauer la considera come la più sublime di tutte le religioni. Per contro le tre grandi religioni mediterranee s'imperniano sul *Dio personale*, cioè su un essere supremo con qualità umane idealizzate. Sebbene questo Dio antropomorfo nelle innumerevoli sètte della religione mosaica, cristiana e maomettana, sia rappresentato in modo molteplicemente vario e personificato in svariatissime guise,

tuttavia la sua esistenza come essere cosmico individuale rimane sempre un puro articolo di fede. Prove dell'esistenza di un simile Dio non se ne trovano in nessuna parte; ciò fu sopratutto mostrato nettamente da Kant, sebbene egli pensi che la ragion pratica esiga che noi crediamo alla sua esistenza (senza potercene fare una *rappresentazione* positiva o negativa!). Quel che ce ne potrebbero insegnare le pretese *rivelazioni*, rientra nel campo fantastico della poesia, come i *miracoli* i quali dovrebbero rafforzare la pia fede (cioè l'ingenua credulità). Tutto questo campo della teologia, sopratutto il suo caposaldo, la dottrina della fede o *dogmatica*, e tutta la dottrina ecclesiastica che ne è dominata, poggia sulla metafisica dualistica e su tradizionali superstizioni, perciò non può far più oltre oggetto delle nostre considerazioni *scientifiche*. Per contro è un importante campo della teologia teorica la « scienza comparata delle religioni »; essa studia l'origine, l'evoluzione, l'importanza della religione stando sulla base monistica della moderna antropologia, etnologia, psicologia e storia. Se si considerano insieme dal punto di vista spregiudicato della ragion pura i numerosi e molteplici risultati a tal uopo collegati di quelle diverse scienze, allora la teologia monistica diventa panteismo nel senso di Spinoza e di Goethe: *Deus sive natura;* allora il nostro monismo stabilisce realmente un « legame fra religione e scienza » (cfr. la mia conferenza di Altenburg, 1892, ed il capitolo dei « Problemi dell'universo »).

Antinomia delle scienze. — Il presente prospetto dei venti territorii principali della scienza umana e dei loro rapporti col monismo da un lato e col dualismo dall'altro mostra che ancor oggi si contrappongono grandissimi contrasti e che noi siamo ancora ben lontani da una soluzione unitaria e logica di questi compiti superiori dello spirito. Questi strani contrasti dipendono in gran parte da una vera antinomia della ragione nel senso kantiano, da un contrasto di concetti nei quali la tesi positiva si può *apparentemente* sostenere tanto bene come l'opposta, la negativa antitesi. In maggior parte tuttavia quell'insanabile antinomia delle scienze è basata sul loro sviluppo storico. Poichè la *ragion pura*, supremo bene degli uomini côlti, si è svolta solo lentamente e gradatamente dall'intelletto dei barbari e dei selvaggi, come questo dagli istinti delle scimmie e dei mammiferi inferiori, così molti resti inferiori di questi ultimi si conservano tuttora ed esercitano nella cosidetta « ragion pratica » il più nocivo influsso sulle scienze. Tali pregiudizi dualistici ed irragionevoli dogmi, residui intellettuali della preistoria e filogenesi umana, *concezioni fossili* ed istinti rudimentali, compenetrano ancora largamente tutta la

nostra moderna teologia e giurisprudenza, politica ed etica, psicologia ed antropologia. Se noi sotto questo rispetto gettiamo ancora uno sguardo retrospettivo a tutta la nostra scienza al principio del 20° secolo, noi possiamo dividere i 20 rami principali di essa in tre gruppi: discipline razionali (puramente monistiche), semidogmatiche (semimonistiche) e dogmatiche (prevalentemente dualistiche).

Scienze razionali e dogmatiche. — Quali scienze *razionali* o puramente monistiche nelle quali oggi dai loro veramente côlti e razionali cultori viene esclusa ogni considerazione dualistica noi poniamo, fra le discipline *pure* e teoretiche, le seguenti: 1° fisica; 2° chimica; 3° matematica; 4° astronomia; 5° geologia, poi, fra le discipline *applicate* o pratiche; 6° medicina; 7° igiene; 8° tecnologia. Per contro nelle scienze *semidogmatiche*, considerando filosoficamente i compiti e scopi generali, noi troviamo un miscuglio di concetti monistici e dualistici; secondo il partito o l'educazione personale dei loro fautori predominano ora i primi ora i secondi. Tale è il caso per il più delle discipline biologiche: 9° sociologia (in vastissimo senso); 10° antropologia; 11° psicologia; 12° linguistica; 13° storia, e poi, nelle dottrine applicate: 14° psichiatria; 15° pedagogia e 16° etica. Queste due ultime discipline fanno il passaggio alle scienze puramente *dogmatiche* nelle quali è affatto predominante il tradizionale dualismo; 17° sociologia; 18° politica; 19° giurisprudenza e 20° teologia; in questi ultimi campi esercitano ancora un potentissimo influsso le tradizioni medioevali. Il più fra i cultori ufficiali di esse sono inceppati in pregiudizi e superstizioni di ogni specie e solo a gradi e lentamente si adattano alle conoscenze della ragion pura alle quali ci hanno modernamente condotti l'antropologia e psicologia monistiche. Al principio del XIX secolo la confusione era per più riguardi minore che ora al principio del XX.

Correlazione delle scienze. — La precedente classificazione delle scienze più importanti secondo i loro rapporti colla *filosofia* come « scienza del generale » la quale comprende tutto, non è naturalmente che un saggio provvisorio di valore soggettivo come qualsiasi ordinamento di questo genere. Questo vien reso sopratutto difficile dal fatto che tutte le singole scienze hanno fra loro molteplici rapporti e che i loro concetti e scopi nel corso del loro sviluppo storico si sono variamente trasformati. A me qui importava solo notare che una gran parte della scienza, quella che ha completa esattezza fondata su basi matematiche, cioè quella formata dalle otto discipline razionali, è ora interamente guadagnata al monismo; nelle otto

discipline semidogmatiche esso acquista di giorno in giorno più terreno; dobbiamo dunque certamente sperare che presto o tardi anche le quattro discipline dogmatiche, i potenti baluardi del dualismo, sociologia e politica, giurisprudenza e teologia, saranno conquistate dal monismo. Infatti lo scopo ultimo di tutte le scienze riunite non può essere che la loro *unità* nei principii, il loro armonico assestamento sulle basi della *ragion pura*.

Le Facoltà. — La grandiosa rivoluzione portata nel secolo XIX dal penetrare dei metodi delle scienze naturali in tutti i rami delle scienze dovette naturalmente anche portare con sè un mutamento nel modo in cui queste vengono curate nelle università. Il numero delle singole discipline cui è dedicata una cattedra da ordinario giunge al fine del XIX secolo a più del doppio di quel che fosse al principio di esso. Naturalmente quest'accrescimento riguarda in prima linea le stesse scienze naturali, ma, in seconda linea, anche certe cosidette « scienze spirituali » che colla nuova applicazione dei metodi comparati e genetici si rannodano direttamente alle prime, così la psicologia, la linguistica, la storia, la pedagogia, ecc.

Di fronte a questi progressi la distribuzione delle numerose discipline nelle singole Facoltà, quale oggi persiste nelle università nostre, appare affatto invecchiata. Delle quattro antiche Facoltà le tre prime, teologia, giurisprudenza e medicina, sono in massima parte scienze applicate, mentre la quarta Facoltà, l'*Ordo amplissimus philosophorum*, comprende la massima parte delle scienze pure. Ultimamente in più Università sono state staccate due nuove Facoltà, quella di scienze naturali e quella politica. Ma alcuni rami interferiscono direttamente coi vicini e devono dappertutto essere trattati, così anzitutto la storia e la linguistica. Lo sviluppo storico delle singole discipline e la loro diversa importanza pratica hanno portato con sè che rami affinissimi di scienza spesso sono allontanati molto l'uno dall'altro. Così l'anatomia e fisiologia umana trovano il loro posto nella Facoltà medica mentre quelle degli animali e delle piante stanno nella Facoltà filosofica.

Riforma dell'insegnamento. — La convinzione che tutto l'ordinamento della nostra istruzione abbisogni di una riforma fondamentale diventa sempre più generale nel più degli Stati côlti. Ciò vale tanto per le scuole superiori come per le scuole popolari e pei ginnasii, come anche per le accademie e le università. La lotta di principii fra due indirizzi antagonistici prende qui sempre maggiori dimensioni. Da un lato il più dei governi, seguendo il loro andamento conserva-

tivo, cercano di mantenere il più possibile le scolastiche tradizioni del medio evo appoggiandosi alle dogmatiche dottrine della teologia e della giurisprudenza. D'altro lato i fautori della «ragion pura» si ingegnano di liberarsi da quei vincoli e di far penetrare i metodi empirico-critici delle moderne scienze naturali e mediche anche nelle così dette scienze spirituali. Il contrasto fra i due partiti viene ancora accentuato dalla loro diversa tendenza sociologica. Gli umanisti liberali pongono la «libertà e coltura per tutti», a scopo dell'evoluzione progressiva, convinti che il libero dispiegamento delle doti personali offra ad ogni individuo la più sicura garanzia di vita felice. Per contro ai governi conservativi ciò è indifferente; essi considerano i singoli cittadini, corrispondentemente alla varia divisione del lavoro, solo come viti ed istrumenti del grande organismo dello Stato. Qui i «diecimila superiori» anzitutto pensano, com'è naturale, al bene proprio e si sforzano di conservare a sè soli anche la coltura superiore. Tuttavia, secondo la ragion pura, lo Stato non dovrebbe essere scopo a sè stesso ma mezzo per il prosperare dei cittadini. A ciascuno di questi, a qualunque classe egli appartenga, dev'essere data opportunità di procacciarsi una coltura superiore e di utilizzare i suoi talenti. Perciò anche nell'istruzione si dovrà dare uno specchio generale di tutte le contingenze della vita umana. Ciascuno deve appropriarsi gli elementi delle scienze naturali, non solo della fisica e della chimica ma anche della biologia e dell'antropologia. Per contro l'istruzione puramente filologica e la predominanza della coltura classica su quella moderna devono essere limitate. Ciascun studente, di qualsiasi Facoltà, dovrebbe nei primi semestri occuparsi solo di filosofia e scienze naturali, e poi passare al suo studio speciale.

Armonia del monismo. — Nelle considerazioni finali dei «problemi dell'universo» io ho bensì rilevato il contrasto fondamentale fra il nostro moderno monismo ed il dualismo tradizionale, ma nello stesso tempo ho avuto cura di far notare «che questo stridente contrasto, quando ci si pensi logicamente e lucidamente, fino ad un certo punto si raddolcisce, anzi può persino sciogliersi in una soddisfacente armonia. Per chi pensando in modo affatto logico, ed applicando ugualmente i più alti principii, consideri *tutto il complesso del cosmo* (della natura organica ed inorganica), le opposizioni del teismo e del panteismo, del vitalismo e del meccanismo si avvicinano sino a toccarsi. Ma certo il pensare logicamente è un fenomeno raro».

Questa convinzione conciliante che appiana tutti i contrasti si è in me sempre più consolidata; ogni anno si rafforza la nostra opinione che il dualismo di Kant e dell'ancor dominante scuola

metafisica deve cedere al monismo di Goethe ed agli sforzi dell'indirizzo panteistico. Con ciò noi non perdiamo affatto i nostri ideali; al contrario il nostro concetto cosmico reale ci insegna che essi hanno una profonda base nella natura umana. Noi, pur carezzando nell'arte e nella poesia quel mondo ideale e rallegrando l'animo nostro alla sua visione, ci teniamo in pari tempo saldi al nostro convincimento che il mondo reale, come oggetto della nostra scienza, non può essere conosciuto come verità che mediante le *esperienze e le meditazioni della ragion pura*. « Verità e poesia si abbracciano allora nella compiuta *armonia del monismo* ».

VENTUNESIMA TABELLA

Specchio dei rami principali della scienza pura (teorica)

nei loro rapporti colla filosofia monistica e dualistica.

SCIENZA	CÒMPITO	MONISMO	DUALISMO
1° **Fisica** Scienza della natura (in stretto senso)	Meccanica della massa e dell'etere	generalmente ammesso	del tutto escluso
2° **Chimica** Scienza della materia	Fisica degli atomi e delle loro combinazioni	id.	id.
3° **Matematica** Scienza delle grandezze	Fisica delle grandezze astratte (numeri e misure)	id.	id.
4° **Astronomia** Scienza del cielo	Fisica del sistema dell'universo	id.	id.
5° **Geologia** Scienza della terra (in senso vasto)	Fisica della terra (geografia, geogenia, mineralogia)	id.	id.
6° **Biologia** Scienza della vita	Fisica degli organismi (in largo senso)	in massima parte ammesso	affermato dal vitalismo
7° **Antropologia** Scienza dell'uomo	Fisica dell'uomo (in largo senso)	in parte ammesso	affermato dall'antropismo
8° **Psicologia** Scienza dell'anima	Fisica del fronema. Studio comparato dell'anima.	ammesso dal più dei fisiologi	affermato dal più dei psicologi specialisti
9° **Linguistica** Scienza del linguaggio	Fisica, storia e fisiologia del linguaggio	quasi generalmente ammesso	affermato da alcuni filologi
10° **Storia** Scienza della storia	Preistoria dell'uomo. Etnografia. Storia della coltura.	in parte ammesso	affermato da molti storici

VENTIDUESIMA TABELLA

Specchio dei rami principali della scienza applicata (pratica)

nei loro rapporti colla filosofia monistica e dualistica.

SCIENZA	CÒMPITO	MONISMO	DUALISMO
11° **Medicina** Scienza del sanare	Patologia e terapia dell'organismo	generalmente ammesso	affermato da teologi e spiritisti
12° **Psichiatria** Scienza del sanare l'anima	Patologia e terapia del fronema	ammesso dal più dei medici	affermato da certi psichiatri e da tutti gli spiritisti
13° **Igiene** Cura della salute	Conservazione dell'organismo sano e prevenzione delle malattie	generalmente ammesso	affatto escluso
14° **Tecnologia** Scienza industriale	Scienza delle macchine, industria, commercio, scienza delle comunicazioni	id.	id.
15° **Pedagogia** Scienza dell'educazione	Istruzione naturale, equilibrato sviluppo del corpo e dello spirito	ammesso dall'antropologia naturale	favorito quasi generalmente dallo Stato e dalla Chiesa
16° **Etica** Scienza dei costumi	Scienza delle norme di vita, abitudine, adattamento	ammesso dalla moderna biologia come parte della psicologia pratica	favorito come « ordine morale » in base al « libero arbitrio »
17° **Sociologia** Scienza della società	Scienza delle norme delle associazioni (famiglia, comunità)	ammesso per lo più dalla moderna biologia	favorito per lo più dai metafisici
18° **Politica** Scienza dello Stato (ed economia nazion.)	Scienza delle norme dell'ordinamento a Stato, ed economia del popolo	ammesso da molti naturalisti e da singoli cittadini	favorito anche oggidì dal più degli uomini di Stato e dei politici
19° **Giurisprudenza** Scienza del diritto	Scienza delle norme dell'ordine giuridico	ammesso da molti biologi e da alcuni giuristi	affermato dal più dei giuristi
20° **Teologia** Scienza della religione	Dottrina della religione e di Dio.	ammesso dal panteismo e dalla moderna filosofia naturale	promosso dal più dei teologi e dalla massa dei credenti.

INDICE ALFABETICO DEI NOMI